سلسلة تربية محاصيل الخضر

تربية القرعيات لمقاومة الأمراض والآفات

تأليف

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

تربية القرعيات لمقاومة الأمراض والآفات

حسن، أحمد عبد المنعم
تربية القرعيات لمقاومة الأمراض والآفات/ تأليف أحمد عبد المنعم حسن.
ط١.- القاهرة: - ٢٠١٩ م
ص, ١٧ × ٢٤- (سلسلة تربية محاصيل الخضر).
١. تربية الخضر
٢. تربية القرعيات
أ. العنوان

الطبعة الأولى
١٤٤٠هـ - ٢٠١٩م

المقدمـــة

هذا هو الكتاب الثالث عن تربية القرعيات، وقد سبقه إلى الظهور كتابا "أساسيات تربية القرعيات"، و"تربية القرعيات لتحسين المحصول وصفات الجودة وتحمل الظروف البيئية القاسية".

يتضمن الكتاب ستة فصول يتناول أولها محصول البطيخ، والثانى والثالث محصول الكنتالوب، والرابع والخامس محصول الخيار، والسادس محاصيل الكوسة والقرع العسلى وبعض الخضر القرعية الأخرى.

وقد تناولنا تحت كل محصول من القرعيات الرئيسية (البطيخ، والكنتالوب، والخيار، والكوسة، والقرع العسلى) الجهود التى بُذلت فى مجالات التربية لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية، وآفات النيماتودا والحشرات والأكاروس.

والله أسأل أن يكون هذا الكتاب — غير المسبوق باللغة العربية — إضافة مفيدة لكل من الدارسين والباحثين فى مجالات الخضر وتربية النبات وأمراض النبات والنيماتودا والحشرات.

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة — جامعة القاهرة

محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الفصل الأول

تربية البطيخ

التربية لمقاومة الذبول الفيوزارى

قام W. A. Orton بأول دراسة كلاسيكية على التربية لمقاومة الأمراض، وكان ذلك على مرض الذبول الفيوزارى فى البطيخ، حيث اكتشف المقاومة للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* — المسبب للمرض — فى بعض سلالات الحنظل. وقد تمكن W. A. Orton فى عام ١٩٠٨ من إنتاج الصنف Conqueror كأول صنف تجارى من البطيخ مقاوم لهذا المرض بعد تلقيح سلالة الحنظل المقاومة للفطر المرض مع صنف البطيخ Eden. وبرغم أن هذا الصنف ما زال مقاومًا واستخدم كمصدر لمقاومة المرض فى عديد من برامج التربية.. إلا أنه لم ينتشر كصنف تجارى؛ لأن صفاته البستانية لم تكن على المستوى المطلوب من قبل المزارعين والمستهلكين.

وبرغم توفر عديد من أصناف البطيخ الأجنبية المقاومة للذبول الفيوزارى.. إلا أن سلالة الفطر المنتشرة فى مصر قادرة على إحداث الإصابة بهذه الأصناف. ولحسن الحظ اكتشفت مقاومة هذه السلالة فى الصنف المحلى فِرسكا، الذى هُجِّن مع الصنف شليان بلاك فى برنامج للتربية بالتهجين الرجعى؛ وبذا.. أمكن إنتاج صنف البطيخ جيزة المشابه لصنف شليان بلاك ولكنه يتميز عنه بمقاومته للذبول، وصلابة قشرته، وقد حصل على هاتين الصفتين من الصنف فرسكا.

وبخلاف العدوى بالجراثيم الكونيدية للفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* التى لم تُسفِر عن نتائج يمكن الوثوق بها للتقييم للمقاومة، فإن العدوى بالجراثيم الكلاميدية chlamydospores للفطر (التى تساعد فى بقاء الفطر وهو خارج العائل، والتى أُنتجت فى فيرميكيوليت مشرب ببيئة سائلة من البطاطس والسكروز) — وذلك

عند زراعة البذور – أعطت أعلى درجة من شدة الإصابة مقارنة بالطرق الأخرى للعدوى (Costa وآخرون ٢٠١٨).

هذا.. يمكن الرجوع إلى تفاصيل طرق إجراء التقييم لمقاومة الذبول الفيوزارى، وكذلك أمراض الأنثراكنوز، والبياض الزغبى، ولفحة الساق الصمغية، ونيماتودا تعقد الجذور فى الـ NC State Watermelon Disease Handbook (Wehner & Barrett ٢٠٠٥). يتناول المرجع كل مرض من حيث: المسبب المرضى وجوانبه الباثولوجية – السلالات الفسيولوجية – إكثار المسبب المرضى للعدوى به – قياس التركيز – العدوى والنسيج المناسب من العائل – مصادر للمقاومة – تنمية العائل – الظروف البيئية المناسبة بعد العدوى – قراءة شدة الإصابة.

ولقد أُجرى تقييم شمل عددًا كبيرًا من أصناف وسلالات البطيخ والسترون والهجن بينهما لمقاومة كل من الذبول الفيوزارى ولفحة الساق الصمغية والأنثراكنوز، وتظهر نتائج التقييم فى جدول (١–١).

وراثة المقاومة لمختلف سلالات الفطر والتمييز بينها

اختلفت نتائج الدراسات التى أجريت على وراثة المقاومة لمرض الذبول الفيوزارى فى البطيخ.. فقد ذكرت إحدى الدراسات أن المقاومة كمية، ويتحكم فيها جينات ذات تأثير إضافى، بينما ذكر آخرون أنه يتحكم فى المقاومة جين واحد أو زوجان من الجينات المتعددة الآليلات. كما أوضحت دراسات Hilal (١٩٧٦) أن المقاومة كمية غالبًا، وأنها تظهر فى الجيل الأول الهجين.

وبرغم أن Netzer & Weintall (١٩٨٠) وجدا أن مقاومة الصنفين: Summit، و Calhoun Gray يتحكم فيها جين واحد سائد، إلا أن الاتجاه السائد الآن هو أن المقاومة كمية، ويتحكم فيها جينات معظمها متنحية، وبعضها سائدة حسب مصدر المقاومة. ويفسر ذلك البطء الملاحظ فى إنتاج أصناف جديدة مقاومة للمرض (Mohr ١٩٨٦).

جدول (١-١): الاستجابة للمسببات المرضية الهامة فى عدد من أصناف وسلالات البطيخ الهامة، وكذلك فى سلالات السترون وهجنها مع البطيخ (عن **Lee & Oda** ٢٠٠٣).

التركيب الوراثى	الذبول الفيوزارى *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*		لفحة الساق الصمغية *Diplodia bryoniae*	الأنثراكنوز *Colletotrichum orbiculare*
	سلالة 1	سلالة 0		
Citrullus lanatus				
Calhoun Gray	HR	HR	S	S
Charleston Gray	S	HR	S	HR
Dixilee	HR	MR	S	HR
Fairfax	HR	-	S	HR
Grif 12335	SR	S	S	MR
Grif 12336-3	MR	MR	S	MR
Mudeungsan M1	MR	HR	S	S
Mudeungsan M13	HR	HR	S	S
PI 185636	MR	SR	S	MR
PI 203551-2	MR	MR	S	MR
PI 518611-1	SR	SR	S	MR
PI 650006	S	S	S	HR
PI 560901	HR	HR	S	S
Citrullus citroides				
PI 189225	S	SR	HR	S
PI 271769	-	HR	S	S
PI 271775-1	HR	MR	انعزال	S
PI 271779	MR	MR	S	SR
PI 296341	MR	HR	S	S
PI 299379	MR	SR	MR	S
PI 326515-2	S	-	MR	S
PI 492261	MR	-	انعزال	HR
PI 482299-1	MR	HR	MR	-

يتبع

تابع جدول (١-١):

التركيب الوراثى	الذبول الفيوزارى Fusarium oxysporum f. sp. niveum سلالة 1	سلالة 0	لفحة الساق الصمغية Diplodia bryoniae	الأنثراكنوز Colletotrichum orbiculare
PI 482299-2	SR	HR	S	-
PI 482299-3	MR	MR	انعزال	HR
PI 482322	-	SR	HR	S
PI 482342	S	-	HR	S
***C. citroides* × *C.lanatus* hybrids**				
PI 271769 × Calhoun Gray	HR	HR	S	S
PI 271769 × Charleslon Gray	HR	HR	S	HR
PI 296341 × Calhoun Gray	HR	HR	S	HR
PI 296341 × Calhoun Gray	MR	HR	S	HR
***C. citroides* hybrid**				
PI 271769 × PI 296341	HR	HR	S	S

HR : عالى المقاومة؛ MR: متوسط المقاومة؛ SR: مقاوم قليلاً؛ S: قابل للإصابة

هذا.. ويُعرف طرازان من المقاومة للذبول الفيوزارى؛ إحداهما هى المقاومة للسلالة 1 من فطر الذبول وتتوفر فى الصنف Calhoun Gray، ويتحكم فيها جين واحد سائد وبعض الجينات المحورة، وهى مقاومة عالية يسهل نقلها بالتربية. أما طراز المقاومة الآخر فهو كذلك للسلالة 1 من الفطر ويتحكم فيها عدة جينات متنحية تجعل من الصعب تجميعها معًا فى سلالات التربية. كذلك وُجدت مقاومة للسلالة 1 يتحكم فيها عديد من الجينات فى أنواع برية. أما المقاومة للسلالة 2 من الفطر فقد وُجدت فى سلالتى البطيخ PI 271769، و PI 296341. وتتميز السلالة المنتخبة PI 29634-1 بمقاومتها لسلالات فطر الفيوزاريم الثلاث: 0، 1، و 2 (عن Wehner وآخرين ٢٠٠١).

ولقد اكتشفت السلالة رقم 2 من الفطر *F. oxysoorum* f. sp. *niveum* المسبب لمرض الذبول الفيوزارى فى البطيخ فى إسرائيل فى عام ١٩٧٣، ثم ظهرت لأول مرة فى الولايات المتحدة فى جنوب تكساس فى عام ١٩٨١ (Martyn ١٩٨٧).

وظهرت نباتات مصابة بالذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* فى حقل من البطيخ فى فلوريدا زُرع لسنوات عديدة بصنف مقاوم للسلالة 1 من الفطر، وتبين أن العزلات التى أُخذت من النباتات الذابلة كانت من السلالة 2 الشديدة الضراوة. وبينما أُصيبت النباتات المقاومة للسلالة 1 بالسلالة 2 فقط، فإن النباتات القابلة للإصابة (التى لا تحمل أى جينات للمقاومة) كانت إصابتها أساسًا بالسلالة 1 (Hopkins وآخرون ١٩٩٢).

وتتوفر مقاومة عالية للسلالة 2 (وكذلك للسلالتين 0، و1) من الفطر المسبب للذبول الفيوزارى فى سلالة البطيخ PI 296341FR، وهى سلالة مُحسنة — فى صفة المقاومة — حُصِلَ عليها بالانتخاب فى السلالة الأصلية PI 1296341، التى جُلِبت من جنوب أفريقيا تحت الاسم Tsamma. وتلك سلالة برية تُنتج ثمارًا صغيرة كروية كثيرة البذور، وتبلغ نسبة إنبات بذورها أقل من ١٠٪ عند الحصاد، ولكنها تزداد إلى ٨٥٪–٩٥٪ بعد تخزينها لمدة ٢–٣ شهور (Martyn & Netzer ١٩٩١).

ومن بين ١٣٢ صنف وسلالة من البطيخ قُيمت لمقاومة الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* وُجدت المقاومة فى سلالة واحدة فقط هى PI 271769 من جنوب أفريقيا، وهى ذات نمو خضرى غزير وأوراق كبيرة ذات لون أخضر فاتح، وتحمل أزهارًا مذكرة وأزهارًا كاملة، كما كانت هذه السلالة مقاومة — كذلك — للسلالة 1 من نفس الفطر (Dane وآخرون ١٩٩٨).

كذلك اختُبرت ١١٠ سلالات من البطيخ البرى *Citrullus lanatus* var. *citroides* لمقاومة السلالة 2 من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى، ووجدت ١٥ سلالة مقاومة، كان من بينها السلالة PI 271769 وهى التى كان يُعرف — من قبل — بمقاومتها للذبول الفيوزارى (Wechter وآخرون ٢٠١٢).

ويعرف — حاليًّا — من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* ثلاث سلالات؛ هى أرقام: صفر، و١، و٢. وقد أنتجت عديد من الأصناف المقاومة للسلالتين صفر،

و١ ، ولكنها أصيبت بالذبول؛ بسبب عدم مقاومتها للسلالة ٢ ، وهى سلالة اكتشفت فى عام ١٩٧٨ — كما أسلفنا — وتعرف الآن فى عدة دول.

وتُعرف جينات لمقاومة السلالات الثلاث المعروفة (0، و1، و2) من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum*. يتحكم الجين Fo-1 فى المقاومة للسلالة 1 والمقاومة سائدة أما المقاومة لباقى السلالات فلم تُعرف وراثتها بعد.

ويمكن استخدام الأصناف التى تختلف فى مقاومتها لمختلف السلالات differential varieties فى تحديد السلالة ، كما فى جدول (١–٢).

جدول (١–٢): أصناف البطيخ التى تختلف فى مقاومتها لسلالات فطر الذبول الفيوزارى 0، و 1، و2، والتى يمكن استخدامها فى التعرف على سلالة الفطر.

الصنف	سلالة 0	سلالة 1	سلالة 2
Black Dimond, Sugar Baby	S	S	S
Quetzali, Mickylee	R	S	S
Charleston Gray	R	M	S
Calhoun Gray	R	R	S
PI 296341, PI 271769	R	R	R

S = قابل للإصابة **supceptible**.

R = مقاوم **resistant**.

هذا.. وتتوفر المقاومة للسلالتين 0، و1 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى البطيخ، لكن لا تتوفر المقاومة للسلالة 2 من الفطر فى أصناف البطيخ التجارية ، وإن كانت تتوفر فى النوع البرى *Citrullus amarus*. وقد أمكن التعرف على QTL ترتبط بالمقاومة لتلك السلالة ، ووجد أنها تقع على الكروموسوم 11 (وهى: Qton11)، ويمكن استخدامها فى الانتخاب للمقاومة (Meru & McGregor ٢٠١٦).

وقد أمكن التوصل إلى واسمات RAPD لمقاومة السلالتين 1، و 2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* (Hawkins وآخرون ٢٠٠١).

كما أمكن التعرف على QTL رئيسية ترتبط بالمقاومة للسلالة 1 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum*، أخذت الرمز Fo-1.1، وتبين أنها تقع فى منطقة كروموسومية تحتوى على عديد من الجينات ذات الصلة بالمقاومة للأمراض. كما أمكن التعرف على QTLs ثانوية على الكروموسومات أرقام 1، و 3، و 4، و 9، و 10 (Lambel وآخرون ٢٠١٤).

طبيعة المقاومة

تبين من دراسات Mohammed وآخرين (١٩٨١) أن نباتات البطيخ المقاومة تتميز بارتفاع مستوى الفينولات بأنسجتها قبل حدوث الإصابة، كما يتكون بها فيتوألاكسين Phytoalexin– بعد العدوى بالفطر المسبب للمرض – يمنع استمرار نمو الفطر فى أنسجة النبات. كما أمكن كسر مقاومة الحنظل برش البادرات بالثايوريا بتركيز ٠,٠٥٪، وهو ما يعنى أن الفيتوألاكسين ينتج على حساب طاقة مستمدة من التنفس.

التربية لمقاومة لفحة الساق الصمغية

يُعرف مُسبب مرض لفحة الساق الصمغية باسم *Didymella bryoniae*، (الذى كان يعرف سابقاً بالاسمين *Mycosphaerella citrullina*، و *Mycosphaerella melonis*)، وكذلك anamorph الفطر الذى يعرف باسم *Phoma cucurbitacearum* (وهو الذى كان يعرف سابقًا باسم *Ascochyta cucumis*).

وحديثًا.. ذُكر أن لفحة الساق الصمغية فى البطيخ تُسببها ثلاثة أنواع من الجنس *Stagonosporosis* [هى *S. cucucurbitacearum*، (= *Didymella bryoniae*) و *S. citrulli*، و *S. caricae*] (عن Gusmini وآخرين ٢٠١٧).

ولقد وجدت درجة عالية من المقاومة للمرض فى السلالة PI 189255 بعد أن قام Sowel & Pointer (١٩٦٢) باختبار مئات الأصناف والسلالات للمقاومة. وقد قيمت النباتات تحت ظروف الصوبة برش بادرات البطيخ – وهى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية – بمعلق فطرى بتركيز ٥ × ١٠ ^{5} جرثومة/مل، ثم وضعت النباتات لمدة

يومين فى حضَّان على حرارة ٢٥ ± ٢ °م، ورطوبة نسبية ١٠٠٪، ثم أعيدت إلى الصوبة مرة أخرى؛ حيث قيمت شدة الإصابة بعد ٣ أسابيع من العدوى. وقد تبين من الدراسات الوراثية أن المقاومة التى توفرها هذه السلالة يتحكم فيها جين واحد متنح.

وقد اقتُرح للتقييم فى طور البادرات مقياسًا من عشر درجات، كما يلى:

صفر = لا توجد أعراض.

١ = اصفرار بالأوراق (مجرد اشتباه فى وجود المرض).

٢ = أعراض طفيفة (< ٢٠٪ تحلل) على الأوراق فقط.

٣ = أعراض متوسطة (٢١٪ – ٤٥٪ تحلل) على الأوراق فقط.

٤ = أعراض شديدة (> ٤٥٪ تحلل) على الأوراق فقط.

٥ — موت بعض الأوراق مع عدم ظهور أعراض على الساق.

٦ = أعراض طفيفة (< ٢٠٪ تحلل) على الأوراق، مع ظهور تحلل — كذلك — على أعناق الأوراق والساق (< ٣ مم طولاً).

٧ = أعراض متوسطة (٢١٪ – ٤٥٪ تحلل على الأوراق)، مع ظهور تحلل — كذلك — على أعناق الأوراق والساق (٣–٥ مم طولاً).

٨ = أعراض شديدة (> ٤٥٪ تحلل على الأوراق)، مع ظهور تحلل — كذلك — على أعناق الأوراق والساق (> ٥ مم طولاً).

٩ = النبات ميت.

كما يمكن إجراء التقييم للمقاومة على الأوراق المفصولة، كما يلى:

يُجرى هذا الاختبار — الذى صُمِّم أساسًا للبطيخ — على أوراق مفصولة فى أطباق بترى. لا يؤخذ اصفرار الأوراق والتغيرات اللونية الأخرى فى هذا الاختبار كدليل على

الإصابة لأن الأوراق فى أطباق بترى قد تحدث بها تلك التغيرات اللونية حتى فى غياب المسبب المرضى.

ويُقترح لهذا الاختبار مقياسًا من عشر درجات (صفر – ٩) يعتمد – فقط – على النسبة المئوية للتحلل الذى يظهر على سطح نصل الورقة (صفر = لا يوجد أى تحلل، و٩ = التحلل بنسبة ١٠٠٪ والورقة ميتة) (Gusmini وآخرون ٢٠٠٢).

وقد وُجدت المقاومة للفطر *Didymella bryoniae* مسبب مرض لفحة الساق الصمغية فى السلالتين PI 189225 (التى أسلفنا الإشارة إليها)، و PI 271778 ويتحكم فيها جين واحد مُتنحٍ أُعطى الرمز db، وهو الذى استُخدِم فى إنتاج الأصناف المقاومة AU-Producer، و AU- Golden، و Producer، و AU-Jubilant، و AU-Sweet، و Scarlet، إلاّ أن تلك الأصناف كانت أقل مقاومة من آبائها المقاومة (عن Norton ١٩٧٨، و Wehner وآخرين ٢٠٠١).

وفى دراسة وراثية استُخدمت فيها السلالتان المقاومتان PI 482283، و PI 526233 وُجد أن المقاومة يتحكم فيها نظام وراثى معقد، بخلاف ما كان يُعتقد من إنه يتحكم فيها جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز db (Gusmini وآخرون ٢٠١٧).

التربية لمقاومة عفن التاج وعفن الثمار الفيتوفثورى

عفن التاج الفيتوفثورى

وُجدت صفة المقاومة للفطر *Phytophtora capsici* – مُسبب مرض عفن التاج الفيتوفثورى فى البطيخ – فى أصول من *Lagenaria siceraria* (الـ bottle gourd)، هى: FR-Strong، و Emphasis، و Macis، و WMXP-3938 (Kousik وآخرون ٢٠١٢).

ومن بين ٥١٤ صنفًا وسلالة من البطيخ قُيمت لمقاومة لفحة فيتوفثورا التى يسببها الفطر *Phytophthora capsici* وُجِدَت مقاومة متوسطة فى سلالة واحدة هى IT 032840، ومقاومة فى سلالتين، هما: IT 185446، و IT 187904، والأخيرتان

يمكن استعمالهما كأصول مقاومة للمرض ومصادر للمقاومة فى برامج التربية للمقاومة (Kim وآخرون ٢٠١٣).

عفن الثمار الفيتوفثورى

عندما قُيم ٢٠٥ أصول وراثية من البطيخ والأنواع البرية القريبة لمقاومة الفطر *Phytophthora capsici* – مسبب مرض عفن الثمار قبل وبعد الحصاد – وُجدت المقاومة بمستويات عالية فى عدد من السلالات كما يلى (Kousik وآخرون ٢٠١٢):

- سلالات من البطيخ *Citrullus lanatus* var. *lanatus*، هى: PI 560020، و PI 306782، و PI 186489، و PI 595203.
- سلالة من *C. colocynthis*، هى PI 388770.
- سلالة من *C. lanatus* var. *citroides*، هى PI 189225.

ويتوفر مستوى عالٍ من المقاومة للفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض عفن الثمار الفيتوفثورى فى كل من سلالات التربية USVL 203-PFR، و USVL 020-PFR، و USVL 782-PFR، و USVL 489-PFR. يقل تواجد الفطر فى أنسجة ثمار تلك السلالات مقارنة بما فى السلالات القابلة للإصابة، ولا ترتبط مقاومتها بعمر الثمرة (Kousik وآخرون ٢٠١٤).

كما أمكن إنتاج عدد من سلالات البطيخ المقاومة للفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض عفن الثمار الفيتوفثورى، وهى مقاومة – كما القابلية للإصابة – لا تتأثر بعمر الثمرة عند تعرضها للفطر المرض (Kousik وآخرون ٢٠١٨).

التربية لمقاومة البياض الزغبى

أظهر اختبار استعملت فيه عديد من عزلات الفطر المسبب للبياض الزغبى

Pseudoperonospora cubensis (حُصل عليها من بقع موضعية لإصابات الفطر فى مناطق مختلفة من العالم) فى عدوى ٢٦ صنفاً تنتمى إلى ١٣ نوعًا وتحت نوع من ٧ أجناس من العائلة القرعية.. أظهر هذا الاختبار وجود خمسة طرز باثولوجية من الفطر أمكن تمييزها بالعوائل المفرقة كما هو مبين فى جدول (١-٣).

جدول (١-٣): الطرز الباثولوجية المقترحة لعزلات الفطر *Pseudoperonospora cubensis* المتحصل عليها من مناطق مختلفة من العالم (Thomas وآخرون ١٩٨٧).

العائـــل	العزلة (الدولة)				
	C1 (اليابان)	C2 (اليابان)	M1، و 83، و M2 (اليابان)، و85 (إسرائيل)،	C (الولايات المتحدة)	T (الولايات المتحدة)
Cucumis sativus	+	+	+	+	+
C. melo var. *reticulatus*	+	+	+	+	+
C. melo var. *conomon*	–	+	+	+	+
C. melo var. *acidulus*	–	–	+	+	+
Citrullus lanatus	–	–	–	+	+
Cucurbita spp.	–	–	–	–	+

+: التفاعل شديد التوافق (شدة ظهور الأعراض المرضية)، –: التفاعل ضعيف أو معدوم التوافق (اختفاء أو ضعف الأعراض المرضية).

وقد اقترح Lebeda & Widrlechner (٢٠٠٣) مجموعة من العوائل المفرقة defferential hosts من القرعيات لتمييز السلالات المرضة pathotypes للفطر *Pseudopernospora cubenis* مسبب مرض البياض الزغبى، وهى المبينة فى جدول (١-٤).

ويبين جدول (١-٥) استجابة مختلف العوائل المقترحة لعدد من عزلات الفطر.

جدول (١-٤): عوائل مفرقة مُقترحة لتمييز السلالات الممرضة للفطر ***P. cubensis***.

رقم العائل	النــــوع	رقم السلالة: الأصلية	رقم السلالة: في EVICEZ [أ]	اسم الصنف	دولة المنشأ
1	*Cucumis sativus*		H39-0121	'Marketer 430'	USA
2	*C. melo* subsp. *melo*	PI 292008	H40-1117	'Ananas Yokneam'	Israel
3	*C. melo* var. *conomon*	CUM 238/1974	H40-0625	'Baj-Gua'	Japan
4	*C. melo* var. *acidulus*	PI 200819	H40-0611		Myanmar
5	*Cucurbita pepo* var. *pepo*	PI 171622	H42-0117	'Dolmalik'	Turkey
6	*C. pepo* var. *texana*	PI 614687	H42-0130		USA
7	*C. pepo* var. *fraterna*	PI 532355	H42-0136		Mexico
8	*C. maxima*		H42-0137	'Golias'	Czechoslovakia
9	*Citrullus lanatus*		H37-0008	'Malali'	Israel
10	*Benincasa hispida*	BEN 485	H15-0001		USA
11	*Luffa cylindrica*		H63-0010		?
12	*Lagenaria siceraria*		H63-0009		?

(أ) الرقم في بنك الجيرمبلازم التشيكي في براغ – جمهورية التشيك.

جدول (١-٥): استجابة عوائل القرعيات المقترحة للعدوى بعدد من عزلات الفطر ***P. cubensis*** بالمقاومة (+)، أو بالقابلية للإصابة (–).

رقم العائل	النــــوع	عزلة *P. cubensis*: 3/00[1]	13/00[2]	1/88	3/98	1/98	4/00	12/00	1/97	24/01	39/01
1	*Cucumis sativus*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	*C. melo* subsp. *melo*	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+
3	*C. melo* var. *conomon*	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
4	*C. melo* var. *acidulus*	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+
5	*Cucurbita pepo* var. *pepo*	–	-	-	-	-	-	-	-	+	+
6	*C. pepo* var. *texana*	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	*C. pepo* var. *fraterna*	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
8	*C. maxima*	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
9	*Citrullus lanatus*	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
10	*Benincasa hispida*	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
11	*Luffa cylindrica*	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
12	*Lagenaria siceraria*	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+

(١) عزلة فرنسية (٢) العزلات الأخرى تشيكية

هذا ويتوفر مستوى عالٍ من المقاومة للبياض الزغبى فى سلالتى البطيخ PI 179660، و PI 179875، كما يتوفر مستوى عالٍ من المقاومة الحقلية فى الصنف Charleston؛ ولكن نظرًا لأن المرض لم يُشكل مشكلةً تذكر فى البطيخ، فإنه لم تُجر محاولات كبيرة لإنتاج أصناف محسنة مقاومة (Lebeda & Cohen ٢٠١١).

التربية لمقاومة البياض الدقيقى

أوضحت دراسات Robinson وآخرين (١٩٧٥) أن جميع أصناف وسلالات البطيخ التى اختبروها — وعددها ٥٩٠ — كانت مقاومة لمرض البياض الدقيقى، فيما عدا سلالة واحدة فقط هى PI 269677. وبينت الدراسات الوراثية أن القابلية للإصابة بالمرض فى هذه السلالة يتحكم فيها جين واحد متنحٍ، أُعطى الرمز pm.

كذلك يُعد البطيخ أكثر القرعيات مقاومة للفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى، إلا أن المرض وُجد فى جنوب الهند؛ حيث وُجدت — كذلك — المقاومة لهذا الفطر فى صنف البطيخ Ark Manik، ويتحكم فيها الجين السائد Pm (عن Wehner وآخرين ٢٠٠١).

ولقد وُجدت المقاومة للسلالة 1 من الفطر المسبب للبياض الدقيقى فى سلالة البطيخ PI 525088-PMR (Davis وآخرون ٢٠٠٦).

وأُجرى تقييم لمجموعة سلالات الجنس *Citrullus* — التى تحتفظ بها وزارة الزراعة الأمريكية لمقاومة السلالة 1W من الفطر *Podosphaera xanthii* (سابقًا: *Sphaerotheca fuliginea*) — مسبب مرض البياض الدقيقى — وعددها ١٥٧٣ سلالة، تنتمى لثلاثة أنواع من *Citrullus*، هى: *C. lanatus* var. *citroides*، و *C. colocynthis*، و *C. rehmii*، و *C. lanatus*، بالإضافة إلى النوع *Praecitrullus fistulosus*. ولقد أظهرت السلالات البرية من الأنواع الأربعة مقاومة أكثر عمَّا فى سلالات النوع المنزرع *C. lanatus* var. *lanatus*. لم تكن أى من السلالات المختبرة منيعة، إلا أن ثمان منها أظهرت مقاومة عالية، و٨٦ سلالة أظهرت مقاومة متوسطة. هذا.. وقد كان منشأً معظم السلالات المقاومة فى زمبابوى (Davis وآخرون ٢٠٠٧).

ولقد أظهرت سلالة البطيخ USVL 677-PMS – المتحصل عليها من السلالة PI 269677 – قابلية للإصابة بإحدى عشرة سلالة من الفطر *Podosphaera xanthii* مُسبب مرض البياض الدقيقى. كانت سلالات الفطر تلك قد سبق تعريفها على أصناف وسلالات من الكنتالوب. هذا.. بينما لم تتمكن أى من سلالات الفطر تلك من إصابة أربع سلالات USVL عالية المقاومة. ومن بين سلالات الفطر الإحدى عشرة التى أصابت سلالة البطيخ USVL 677-PMS نجحت ثلاث فقط منها فى إصابة الصنف Mickey Lee. ومن بين تلك السلالات الثلاث تبين أن اثنتان منها كانتا من سلالة الكنتالوب1، وواحدة كانت سلالة الكنتالوب 2. واعتمادًا على تفاعلات كل من الصنف Micky Lee والسلالة USVL 677-PMS مع الفطر.. فإنه يمكن التعرف على وجود سلالتين على الأقل من الفطر (Kousik & Ikerd وآخرون ٢٠١٤).

وعندما أُجرى تقييم تضمن ٢٩١ سلالة وصنفًا من الجنس *Citrullus* لمقاومة السلالة 1W من الفطر *Podosphaera xanthii* مسبب مرض البياض الدقيقى.. تبين وجود مستوى عالٍ من المقاومة فى ثمانى سلالات فقط. وبتهجين ثلاث سلالات عالية المقاومة من *Citrullus lanatus* var. *citroides* – هى: BIU 119، و PI 189225، و PI 482312 – مع كل من الصنفين القابلين للإصابة Malali، و Sugar Baby – وذلك فى مرحلة تكوين الأوراق الفلقية فى الصوبة، ومرحلتى نمو الورقة الحقيقية الرابعة والخامسة عشر – وُجد ما يلى:

١- تحكم فى المقاومة فى مرحلة الأوراق الفلقية جين واحد ذو سيادة غير تامة.

٢- تحكم فى المقاومة فى كل من مرحلتى الورقة الحقيقية الرابعة والخامسة عشر ثلاثة جينات مكملة لبعضها وسائدة جزئيًّا.

٣- وجد من تلقيحات بين السلالات الثلاث أن السلالتين BIU 119، و PI 189225 يحملان نفس جينات المقاومة، بينما تشترك السلالة PI 482312 فى اثنان من تلك الجينات معهما.

وأمكن إنتاج سلالة تربية ذات مستوى عالٍ من المقاومة وبصفات ثمرية جيدة، وذلك من التلقيح BIU 119 × HA 5500 (Ben-Naim & Cohen ٢٠١٥).

كذلك دُرست وراثة المقاومة للبياض الدقيقى فى سلالة البطيخ PI 270545 وتبين تحكم جينين فى المقاومة المتوسطة moderate resistance: أحدهما متنحٍ (pmr-1)، والآخر سائد (Pmr-2). وكان تأثير السيادة عاليًا فى مقاومة الأوراق وبلغت درجة توريثها ٧١٪. أما مقاومة السيقان فقد كان التأثير المضيف فيها عاليًا وبلغت درجة توريثها على النطاق الضيق ٧٩٪؛ بما يعنى فاعلية الانتخاب للصفة فى الأجيال المبكرة (Tetteh وآخرون ٢٠١٣).

التربية لمقاومة الأنثراكنوز

تُعرف سبع سلالات من الفطر *Colletotrichum lagenarium* مسبب مرض الأنثراكنوز، إلا أن السلالات 1، و 2، و 3 هى الأكثر أهمية. وتُعد معظم الأصناف مقاومة للسلالتين 1، و 3، كما عُرفت مصادر لمقاومة السلالة 2، وكانت السلالة PI 512385 أشدها مقاومة. وتبين سيادة صفة المقاومة لجميع السلالات، وهى التى كان مردها إلى الجين Ar-1 الذى يتحكم فى المقاومة للسلالتين 1، و3، والجين Ar-2[1] الذى يتحكم فى المقاومة للسلالة 2.

وكان قد سبق التعرف على أربع سلالات من الفطر المسبب للأنثراكنوز، وتحكم فى المقاومة للسلالتين 1، و 3 جين واحد سائد أُعطى — بداية — الرمز Ar، بينما أمكن لسلالة الفطر 2 إصابة النباتات الحاملة لهذا الجين. ومن أشهر الأصناف المقاومة: Congo، و Charleston Gray، و Fairfax (Dutta وآخرون ١٩٦٠).

لقد عُرفت أول مقاومة للأنثراكنوز فى السلالة Africa 8 التى جُمعت من جنوب أفريقيا، والتى طُوِّر على أساسها أصناف البطيخ المقاومة Congo، و Charleston Gray، و Fairfax، وعرف فيما بعد أن تلك المقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Ar-1، كما عُرِف أنها تُكسب النباتات مقاومة لسلالتى الفطر 1، و 3 وليس للسلالة 2. كما وجدت عدة جينات تتحكم فى المقاومة لسلالة الفطر 2.

وتبين أن سلالات البطيخ PI 189225، و PI 271775، و PI 299379، و PI 271778 تحمل مقاومة معقدة لعدد من أنواع الجنس *Colletotrichum*. ومن مصادر المقاومة الأخرى للأنثراكنوز سلالات البطيخ PI 203551، و PI 270550، و PI 326515، و PI 271775، و PI 271779، و PI 203551. وذُكر أن السلالة R 143 مقاومة لسلالة الفطر 2، وأن سلالة البطيخ PI 512385 تحمل مستوى أعلى من المقاومة للسلالة 2 (عن Wehner وآخرين ٢٠٠١).

وتبعًا لـ Norton (١٩٧٨) فإن سلالتى البطيخ PI 189225، و PI 271778 تعدان مقاومتين للسلالة 2 من فطر الأنثراكنوز.

وعندما أُجرى تقييم شمل ٨٥ أصلاً وراثيًّا من البطيخ لمقاومة السلالة 2 من الفطر *Colletotrichum orbiculare* مسبب مرض الأنثراكنوز .. وجد أعلى مستوى من المقاومة فى السلالة PI 512385. وفى اختبار آخر شمل سبع سلالات أخرى معروفة بمقاومتها (هى: PI 270550، و PI 326515، و PI 1271775، و PI 271779، و PI 203551، و PI 299379، و PI 189225).، كانت السلالة PI 512385 أقل منها جميعًا فى مستوى المقاومة، وإن كانت أعلى جوهريًّا فى مقاومتها عن صنف الكنترول القابل للإصابة Crimson Sweet (Bohyan وآخرون ١٩٩٤).

التربية لمقاومة بقع ألترناريا الورقية

وُجدت المقاومة لمرض بقع ألترناريا الورقية Alternaria leaf spot فى أصناف البطيخ Fairfax، و Sugar Baby، و Calhoun Gray (عن Wehner وآخرين ٢٠٠١).

التربية لمقاومة بكتيريا الذبول

أظهرت نباتات ١٤ صنفًا من البطيخ قُيِّمت لمقاومة البكتيريا *Erwinia trachiphila* مسببة مرض الذبول البكتيرى.. أظهرت قابلية للإصابة بالبكتيريا وهى صغيرة، ولكنها أصبحت متحملة للمرض بعد ذلك (Wetterson وآخرون ١٩٧١).

التربية لمقاومة تلطخ الثمار البكتيرى

تُسبب البكتيريا *Acidovorax avenae* مرض لطخة الثمار، وهو مرض خطير ينتقل عن طريق البذور، ويمكن القضاء التام على البكتيريا الملوثة للبذور بتخمير البذور مع اللب لمدة ٢٤–٤٨ ساعة، ثم معاملتها بحامض الأيدرروكلوريك بتركيز ١٪ أو هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز ١٪ لمدة ١٥ دقيقة قبل غسيل الثمار وتجفيفها. تُفيد هذه المعاملة مع البذور الثنائية التضاعف، ولكن البذور الثلاثية التضاعف ينخفض إنباتها كثيرًا بالتخمير.

ولقد وُجدت المقاومة لتلطخ الثمار فى سلالتى البطيخ PI 295843، و PI 299378 (عن Wehner وآخرين ٢٠٠١).

وعندما أُجرى تقييم شمل ١٣٤٤ أصلاً وراثيًّا من *Citrullus* spp.، و *Praecitrullus fistulosus* لمقاومة البكتيريا *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* مسببة مرض تلطخ الثمار البكتيرى — وذلك برش البادرات وهى فى مرحلة الورقة الحقيقية الأولى بمعلق مائى من البكتيريا — وُجد أعلى مستوى من المقاومة فى سلالتى الحنظل (*C. lanatus* var. *citroides*): PI 482279، و PI 494817، ومستويات أخرى جيدة للمقاومة فى السلالات PI 500303، و PI 500331، و PI 482246 (Hopkins & Thompson ٢٠٠٢).

ولقد وجد أن مقاومة سلالتى الحنظل PI 482279، و PI 494817 يتحكم فيها أكثر من جين وأن وراثتها قد تكون معقدة (Hopkins & Levi ٢٠٠٨).

وفى دراسة أخرى .. لم يمكن العثور على أى مصدر للمناعة ضد الإصابة بالبكتيريا *Acidovorax citrulli* مسببة مرض تلطخ الثمار فى البطيخ، وذلك بعد تقييم أكثر من ٧٥ صنفًا وسلالة من المحصول، ولكن وجد مستوى عالٍ من المقاومة فى بعض مراحل النمو فى كل من السلالتين BGCIA 979، و BGCIA 34، والصنف Sugar Baby (Carvalho وآخرون ٢٠١٣).

التربية لمقاومة تحلل قشرة الثمرة

تُسبب بكتيريا من الجنس *Erwinia*، وكذلك عدة أنواع من الأجناس *Pseadomonas*، و *Enterobacter*، و *Bacillus* مرض تحلل قشرة الثمرة rind necrosis فى البطيخ.

ووجد أعلى مستوى من المقاومة للمرض فى صنفى البطيخ Jubilee، و Sweet Princes (عن Wehner وآخرين ٢٠٠١).

التربية لمقاومة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر

يسبب فيرس موزايك الزوكينى الأصفر Zucchini Yellow Mosaic Virus خسائر لزراعات البطيخ فى مصر، ويتوفر مستوى جيد من المقاومة فى بعض سلالات النوع *C. colocynthis* من نيجيريا، كما وجد مستوى عالٍ من المقاومة لسلالة فلوريدا من الفيرس التى تنتشر فى الولايات المتحدة — فى أربع سلالات من البطيخ من زمبابوى، هى PI 482322، و PI 482299، PI 595203، و PI 255137، و PI 482261، و PI 482308. وقد تبين أن المقاومة (فى نبات منتخب من السلالة PI 482261) يتحكم فيها جين واحد متنح، أعطى الرمز zym (Provvidenti ١٩٩١، و Kamooh وآخرون ١٩٩٥، و Wehner وآخرون ٢٠٠١).

ومن بين ١٥٣ صنفًا وسلالة من الجنس: *Citrullus* تم تقييمها لمقاومة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وُجدت المقاومة فى الصنف Egun والسلالة PI 482261-1 من *C. lanatus* (التى أسلفنا الإشارة إليها)، وفى السلالات PI 494528، و PI 386026، و PI 386025 من *C. colocynthis* (Boyhan وآخرون ١٩٩٢).

كذلك وُجدت المقاومة — بدرجة عالية — للسلالة المصرية من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر فى صنف البطيخ Egun الذى أسلفنا الإشارة إليه (Boyhan وآخرون ١٩٩٤).

وتبين أن سلالة البطيخ PI 595203 — وهى من طراز Egusi جُلِبت من نيجيريا — كانت منيعة لسلالة صينية من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر (ZYMM-CH)،

حيث بلغ تركيز الفيرس فى أوراقها صفرًا، كما أظهرته اختبارات الـ PCR (Svoboda وآخرون ٢٠١٣)، وتبين أن تلك المقاومة يتحكم فيها جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز zym-CH (Xu وآخرون ٢٠٠٤)، بينما يُعطى الجين الذى يتحكم فى سلالة فلوريدا من الفيرس الرمز zym-FL (Gusmani & Wehner ٢٠٠٦).

التربية لمقاومة بقع الباباظ الحلقية – سلالة البطيخ

وُجد مستوى عالٍ من المقاومة لفيرس بقع الباباظ الحلقية – سلالة البطيخ PASV-Y (سابقًا: فيرس موزايك البطيخ 1) فى أربع سلالات من *Citrullus colocynthis* من بين ٣١ سلالة تم تقييمها. والسلالات الأربع هى: PI 52080 (التى جُلِبت من قنا بمصر)، و PI 537277، و PI 652554، و Griffen 14201 (التى جلبت من صحراء الهند الشمالية والبنجاب وباكستان، على التوالى) (Levi وآخرون ٢٠١٦).

التربية لمقاومة فيرس موزايك البطيخ

عندما قيم ٦٧٠ أصلاً وراثيًّا من الجنس *Citrullus* لمقاومة فيرس موزايك البطيخ (سابقًا: فيرس موزايك البطيخ رقم ٢) WMV2.. وُجدت مقاومة عالية فى عشرة أصول وراثية من *C. lanatus*، هى:

PI 189316	PI 189317	PI 189318
PI 244018	PI 244019	PI 255137
PI 164708	PI 494529	Egun
PI 306782		

كما وجدت بعض المقاومة فى خمسة أصول وراثية من *C. colocynthis*، هى:

PI 386016	PI 386024	PI 386025
PI 386026	PI 388770	

(Gillaspie & Wright ١٩٩٣).

كذلك وجدت قدرة عالية على تحمل الفيرس فى سلالة البطيخ PI 595203، وهى سلالة من طراز Egusi جُلِبت من نيجيريا، وتبين أن تلك الصفة يتحكم فيها جينين على الأقل (Xu وآخرون ٢٠٠٤)، وتتميز بدرجة عالية من التوريث فى المعنى العام BSH (Gusmani & Wehner ٢٠٠٦).

ولقد أمكن فى جورجيا بالولايات المتحدة إنتاج أربع سلالات من البطيخ (هى: WM-1، و WM-2، و WM-3، و WM-4) مقاومة لعزلات من فيرس موزايك البطيخ 2 حُصِلَ عليها من كل من فلوريدا (FC-1656)، وأريزونا (PV-27)، وإيطاليا (PV-379)، وإسرائيل (K، و M)، وكان قد حُصِلَ على سلالات البطيخ الأربع بالتلقيح الذاتى لعدد من الأجيال فى كل من PI 189316، و PI 189317، و PI 248178، و Egun، على التوالى (Graves Gillaspie & Jarret ١٩٩٧).

كما وُجدت المقاومة لفيرس موزايك البطيخ ٢ فى سلالتى البطيخ PI 244018، و PI 244019 (عن Wehner وآخرين ٢٠٠١).

التربية لمقاومة فيرس اصفرار وتقزم القرعيات

عندما قُيم ١٤١ أصلاً وراثيًّا من *Citrullus lanatus*، و ١٦ من *C. colocynthis* لمقاومة ظاهرة اصفرار وتقزم القرعيات (قبل أن تُنسب إلى فيرس ظاهرة اصفرار وتقزم القرعيات CYSDV كمسبب لها) تحت ظروف الحقل الطبيعية فى العين بدولة الإمارات العربية المتحدة — لم تظهر أى مقاومة جيدة فى أصناف وسلالات البطيخ، ولكن المقاومة ظهرت فى ١١ سلالة من الحنظل البرى *C. colocynthis*، وكانت أكثر السلالات مقاومة هى: PI 386015، و PI 386016، و PI 386018، و PI 386025، و PI 494528، و PI 494530 (Hassan وآخرون ١٩٩١).

التربية المقاومة لفيرس اصفرار عروق الكوسة

يُسبب فيرس اصفرار عروق الكوسة squash vein yellowing virus (اختصارًا: SqVYV) — الذى ينتقل بواسطة الذبابة البيضاء — تدهورًا للنمو الخضرى فى البطيخ

يحدث أساسًا قبل الحصاد بفترة وجيزة، ويظهر كذبول مفاجئ للنمو الخضرى، يكون مصاحبًا — غالبًا — بتدهور فى صفات الثمار. وفى دراسة قيم فيها ٢١٨ أصلاً وراثيًّا من .*Citrullus* spp والجنس القريب *Praecitrullus* لمقاومة الفيرس، وُجد فى عدد من السلالات مستوىً متوسطاً من المقاومة، وهى السلالات PI 386015، و PI 386024 من *C. colocynthis*، و PI 381749 من *Praecitrullus fistulosus*، و PI 482266 و PI 392291 من *C. lanatus* var. *lanatus* (Kousik وآخرون ٢٠٠٩).

التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور

أُجرى تقييم شمل ٢١ سلالة من *Citrullus colocynthis*، و٨٨ سلالة من *C. lanatus* var. *citroides*، و ١٥٦ سلالة من البطيخ *C. lanatus* var. *lanatus* لمقاومة السلالة 1 من نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne arenaria*، ووجدت سلالة واحدة من البطيخ كان بها مستوى منخفض من المقاومة، بينما كانت ٢٠ سلالة من *C. lanatus* var. *citroides* متوسطة المقاومة (Thies & Levi ٢٠٠٣).

وفى دراسة أخرى.. اختُبر ٢٦ صنفًا وسلالة من البطيخ (من بينها ٢٣ كان قد سبق بيان كونها متوسطة المقاومة للسلالة رقم ١ من نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne arenaria*) تبين منها وجود مستوى منخفض إلى متوسط من المقاومة فى سلالات *C. lanatus* var. *citroides*، وعدم وجود أية مقاومة فى سلالات وأصناف كلاًّ من *C. lanatus*، و *C. colocynthis* المختبرة، بينما وجد أعلى مستوى من المقاومة فى السلالة PI 482303 من *C. lanatus* var. *citroides*، وذلك ضد كلٍ من السلالة رقم ٣ من *M. incognita* والسلالة رقم ١ من *M. arenaria*. هذا.. ولم يُعثر أبدًا على المقاومة لأى من الأنواع الأربعة الشائعة لنيماتودا تعقد الجذور فى أى من أصناف البطيخ سواءً فى هذه الدراسة أو فيما سبقها (Thies & Levi ٢٠٠٧، و Gusmini & Wehner ٢٠٠٦).

تربية أصول البطيخ لمقاومة أمراض التربة

وُجد عندما قُيم ٣٣ صنفًا وسلالة من القرعيات لاستخدامها كأصول مقاومة لذبول فيرتسيليم أن خمس منها كانت مقاومة، و١١ كانت إصابتها متوسطة، بينما كانت الست المتبقية قابلة للإصابة. وعمومًا.. أظهرت الكوسة الصيفى، والقرع العسلى، والنوع *Lagenaria siceraria* تحملاً للإصابة، بينما كانت سلالات الخيار قابلة للإصابة، وسلالات البطيخ أكثرها إصابة (Paplomatas وآخرون ٢٠٠٠).

كما أظهرت دراسة على تقييم أصول للبطيخ تتميز بمقاومتها لكل من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *niveum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى، والفطر *F. oxysporum* f. sp. *radices cucumerinum* مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى، والفطر *Macrophomina phaseolina* مسبب مرض العفن الفحمى، والفطر *Monosporascus cannonbalis* مسبب مرض الذبول المفاجئ، ونوعى نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، و *M. javanica* أن من الممكن تربية أصول من البطيخ عالية المقاومة لعديد من الأمراض دون أن يكون لها تأثير سئ على المحصول أو صفات جودة الثمار، مثلما يحدث عند تطعيم البطيخ على أصول من الجنس *Cucurbita*. ومن بين ٢٢ سلالة بطيخ جرى تقييمها كان أفضلها السلالات PI 457916، و PI 459076، و BDA (Cohen وآخرون ٢٠١٤).

التربية لمقاومة الحشرات

الذبابة البيضاء

قُيِّم ٤٢ أصلاً وراثيًّا من كل من البطيخ الثنائى والثلاثى *C. lanatus* var. *lanatus*، و *C. lanatus* var. *citroides*، و *C. colocynthis* لمقاومة الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci*، وتبين أن سلالات *C. colocynthis* — فقط — وعددها ثمانٍ — كانت هى المقاومة، وكانت أعلاها مقاومة السلالات: PI 386015، PI 386018، و PI 386024 (Simmons & Levi ٢٠٠٢).

وقد أمكن التعرف على سلالتين من *Citrullus colocynthis* مقاومتين للذبابة البيضاء تسببتا فى خفض أعداد الذبابة عندما ربيت عليهما، مقارنة بأصناف البطيخ. ويمكن عند إدخال تلك الصفة فى الأصناف التجارية من البطيخ، مع استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة العاكس للضوء (الفضى) تحجيم مشكلة الذبابة البيضاء فى حقول البطيخ، وخاصة فى حقول الإنتاج العضوى (Simmons وآخرون ٢٠١٠).

ومن بين ٣٠ سلالة من *C. colocynthis* قُيمت لمقاومة الذبابة البيضاء *B. tabaci*، وجد مستوى جوهرى عالٍ من المقاومة فى السلالة PI 537277 التى جُلِبت من أفغانستان، والتى ظهرت فى صورة انخفاض فى أعداد الذبابة عليها، وانخفاض فى نسبة الحوريات إلى البيض. كذلك وجدت المقاومة فى السلالة PI 346082 (Coffey وآخرون ٢٠١٥).

المنّ

تتوفر المقاومة لمن القطن *Aphis gossypii* فى سلالة البطيخ PI 299563.

خنافس الخيار

اختبر Chambliss & Cuthbert (١٩٦٨) نحو ٥٠٠ صنف وسلالة من البطيخ، ووجدا أنها كانت جميعًا قابلة للإصابة، فيما عدا صنف تجارى واحد هو Sugar Loaf. وقد كان الاختبار لثلاث من خنافس الخيار هى: ذات الأحزمة banded، والمبقعة spotted، والمخططة striped.

وتتحكم عدة جينات فى مقاومة عدم التفضيل nonpreference لخنفساء الخيار المبقعة، بينما وجد فى دراسة أخرى أن مقاومة البطيخ لكلٍ من خنفساء الخيار المبقعة وخنفساء الخيار المخططة يتحكم فيها جين واحد متنحٍ (عن Wehner وآخرين ٢٠٠١).

خنفساء القرع العسلى الحمراء وذبابة الثمار، والـ pickleworm

وجد جين واحد سائد (هو Fwr) يتحكم فى مقاومة البطيخ لذبابة ثمار الكنتالوب *Dacus cucurbitae* التى تتوفر فى السلالة JI8-1.

ويُذكر أن المقاومة لخنفساء الكنتالوب الحمراء *Aulacophora foveicollis* تتوفر فى الصنف Afgan، ويتحكم فيها جين واحد سائد (هو Af).

كما أن المقاومة لديدان الخيار والكنتالوب pickleworm تتوفر فى صنفى البطيخ Blue Ribbon، و Crimson Sweet (عن Robinson ١٩٩٢، و Wehner وآخرين ٢٠٠١).

طبيعة المقاومة لبعض الحشرات

- تحتوى سيقان الكوسة المقاومة لحشرة *Melittia cucurbitae* على أنسجة ملجننة بكثافة عالية تجعلها صلبة ومتخشبة؛ الأمر الذى يحد من دخول اليرقات وتجولها فى الساق.
- تتناسب مقاومة الكوسة لحشرة *Diaphania nitadalis* طرديًّا مع محتوى الثمار والنموات الخضرية من المواد الكربوهيدراتية.
- وجدت كذلك علاقة طردية بين مستويات الأحماض الأمينية الكلية والمقاومة لحشرة *Anasa tristis*.

التربية لمقاومة الأكاروس

تحتوى مختلف القرعيات على ١٤ نوعًا على الأقل من مركبات تعرف بالكيوكربتسينات Cucurbitacins (شكل ١-١) (تعرف بأنها: Tetracyclic triterpenoides and their glycosides). وتعمل هذه المركبات كجاذبات للتغذية بالنسبة لكل من خنافس الخيار:

Diabrotica undecimpunctata

D. balteata

Acalymuna vittata

ولكنها تعد طاردة أو سامة للعنكبوت الأحمر *Tetranychus urticae*.

شكل (١-١): التركيب البنائى للـــ Cucurbitacin B

ولقد أُجريت دراسة شملت ٢١٩ صنفًا وسلالة من البطيخ بهدف تقييم مقاومتها للأكاروس العريض broad (وهو: *Polyphagotarsonemus latus*)، تبين منها وجود مقاومة (مستويات منخفضة جوهريًّا من أعراض أضرار الأكاروس وأعداده مقارنة بما كان عليه الحال فى صنف المقارنة Mickey Lee) فى كل مما يأتى:

السلالة PI 500354 من *Citrullis lanatus* var. *citroides*.

السلالات PI 386015، PI 386010، و PI 525082 من *Citrullus colocynthis*.

السلالة PI 449332 من *Parecitrullus fistulosus* (Kousik وآخرون ٢٠٠٧).

الفصل الثانى

تربية الكنتالوب لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية

التربية لمقاومة الذبول الفيوزارى

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* مرض الذبول الفيوزارى فى الكنتالوب (القاوون) والشمام.

سلالات الفطر الفسيولوجية ووراثة المقاومة

توجد أربع سلالات من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* تسبب الذبول الفيوزارى فى الكنتالوب، هى: 0، و 1، و 2 ، و 1,2 (تُعطى — كذلك — الرمز 1.2)، ويُعرف ثلاثة جينات تتحكم فى المقاومة لتلك السلالات، وهى: Fom-1، و Fom-2، و Fom-3 (Danin-Poleg وآخرون ١٩٩٩).

وكان Zink & Gubler (١٩٨٥) قد توصلا من دراستهم على وراثة المقاومة للفطر فى كل من الصنفين Perlita FR، و Doublon أن مقاومة سلالتى الفطر رقمى صفر، و٢ — الشائعتين فى كاليفورنيا — يتحكم فيها — فى كل من الصنفين — جين واحد سائد، ولكن الجين الموجود فى الصنف Doublon يختلف عن نظيره الموجود فى الصنف Perlita FR.

وعندما أُجريت دراسة على ١١٢ عزلة من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* حُصل عليها من نباتات كنتالوب من مناطق جغرافية مختلفة فى إيطاليا.. تبين أن ٨٠٪ من العزلات كانت مُمرضة للكنتالوب، وتوزعت على النحو التالى: ٢٠,٨٪ من سلالة 0، و٢٦,٤٪ من سلالة 1، و٣,٣٪ من سلالة 2، و٤٩,٥٪ من سلالة 1,2. وبالإضافة إلى ما تقدم.. فقد أوضحت الدراسة أن السلالة 1,2 يوجد منها سلالة strain تُسبب ذبولاً (1,2 w) وتنتشر — خاصة — فى جنوب إيطاليا، وأخرى تسبب اصفرارًا (1,2 y)، وتنتشر — خاصة فى الشمال (Tamietti وآخرون ١٩٩٤).

ويتحكم فى المقاومة للسلالتين 1، و2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* جين واحد سائد، كذلك يتحكم فى المقاومة للسلالة 0 جين آخر سائد مستقل عن سابقه. وقد وُجد أن سلالة التربية MR-1 التى تقاوم السلالات 0، و1، و2 – لكنها لا تقاوم السلالة 1,2y (المسببة للإصفرار) أو 1,2w (المسببة للذبول) من الفطر – تحمل نفس الجينين Fom-1، و Fom-2، كما فى الصنف Doublon والسلالة CM 17-187، على التوالى (Zink & Thomas ١٩٩٠).

وقد دُرست وراثة صفة المقاومة للسلالتين صفر، و٢ من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* فى السلالة الإسبانية Tortuga التى تنتمى إلى *C. melo* var. *cantalupensis*، وذلك فى تلقيحات بينه وبين كل من الصنف القابل للإصابة Piel de Sapo، والصنف Charentais-Fom1، الذى يحتوى على جين المقاومة Fom-1. وقد أظهرت الدراسة أن مقاومة Tortuga للسلالتين 1، و2 من الفطر المرض يتحكم فيها زوجان من الجينات المستقلة، أحدهما سائد والآخر متنحى. كما لم تظهر نباتات قابلة للإصابة فى الجيل الثانى للتهجين مع الصنف Charantais-Fom1؛ بما يعنى احتواء الصنفين على نفس الجين Fom-1. كما أكدت الدراسة على ١٥٨ نبات جيل ثانى للتهجين مع Piel de Sapo احتواء Tortuga على جين متنحٍ أُعطى الرمز fom-4 (Onmouloud وآخرون ٢٠١٠).

كما دُرست وراثة المقاومة للسلالة 2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis*، وتبين أنه يتحكم فيها – فى عدد من الأصناف – جين واحد سائد، ثبت أنه هو ذاته الجين Fom-3 – أو آليل له – فى كل من الأصناف: Mango Melon، و Smith's Perfect، وفى أصناف تكساس: Rio Gold، و Wescan، و Dulce، وهو الجين الذى يتوفر – كذلك – فى الصنف Perlita. ويبدو أن أصناف تكساس الثلاثة حصلت على جين المقاومة Fom-3 – أول آليل له – من الصنف Mango Melon الذى استُخدم كمصدر للمقاومة للفطر *Pseudoperonospora cubensis* – مسبب مرض البياض الزغبى – فى برنامج التربية الذى أفرز تلك الأصناف دون قصد من المربى،

وربما كان جين المقاومة للذبول الفيوزارى مرتبطًا بجين المقاومة للبياض الزغبى (Zink ١٩٩١).

إن السلالة 1.2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* تكسر المقاومة التى يوفرها الجينات Fom-1، و Fom-2، كما يوجد طرازان من تلك السلالة، يسبب أحدهما اصفرارًا ويسبب الآخر ذبولاً، كما أسلفنا. وتتوفر المقاومة الجزئية لتلك السلالة فى صنف الكنتالوب Isabelle. استُخدم هذا الصنف فى دراسة وراثة المقاومة الجزئية للسلالة 1.2 بطرازيها مسببًا الإصفرار والذبول، ووجد أن درجة توريث المقاومة كانت عالية وتراوحت بين ٠,٧٢، و ٠,٩٦ وأن تلك المقاومة كمية ويتحكم فيها من ٤ إلى ١٤ عاملاً وراثيًّا (Perchepied & Pitrat ٢٠٠٤).

وقد دُرست وراثة المقاومة للسلالة 1.2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* فى صنف الكنتالوب البرتغالى BG-5384، والأصناف اليابانية Shiro Uri Okayama، و Kogane Nashi Makuwa، و C-211. ولقد أظهرت تلك الأصناف مستوى عالٍ من المقاومة للسلالات 0، و 1، و 2 من الفطر. وللتعرف على وراثة مقاومة تلك الأصنافً لسلالة الفطر 1.2 تم تهجينها مع الصنف القابل للإصابة Piel de Sapo، وأُنتجت مختلف العشائر الوراثية (الجيل الأول والثانى والتهجينات الرجعية)، والتى تبين منها أن المقاومة فى تلك الأصناف للسلالة 1.2 كمية ومعقدة؛ بسبب ما تتضمنه من تفاعلات تفوق كثيرة؛ حيث كانت تفاعلات التفوق: إضافة × إضافة، وسيادة × سيادة، وسيادة × إضافة جميعها متواجدة وجوهرية، وإن كانت بدرجات متفاوتة من تلقيح لآخر. ويُستدل من وجود تلك التفاعلات مع درجات التوريث المنخفضة نسبيًّا على صعوبة الانتخاب للمقاومة فى برامج التربية العادية (Chikh-Rouhou وآخرون ٢٠١١).

ووُجد مستوى عالٍ من المقاومة للسلالة 1,2y من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* فى سلالة من *Cucumis anguira*، وتبين أنه يتحكم فيها جين واحد سائد

أُعطى الرمز F1,2y، كما وجد أنه يُحمل على المجموعة الارتباطية XI (LG) بين اثنتان من واسمات الـ SSR، هما: ECM164، و CMN0_403 (Matsumoto & Miyagi ٢٠١٢).

وقد وصفت المقاومة للسلالة 1.2 بأنها متنحية، وكمية، وليست خاصة بسلالة معينة not race specifi، إلاّ أن دراسة شملت ١٥ أصلاً وراثيًّا تحمل مقاومة أو بعض المقاومة للسلالة 1.2، وأخرى تحمل مقاومة للسلالتين 0، و 2، أو للسلالتين 0، 1 تبين منها أن المقاومة هى من النوع الخاص بسلالات معينة race-specific، بما فى ذلك المقاومة للسلالة 1.2 (Qumouloud وآخرون ٢٠١٣).

وللتذكرة.. فإنه تُعرف أربع سلالات من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى الكنتالوب، هى: 0، و 1، 2، 1.2. وبينما يتحكم فى المقاومة لكل من السلالات 0، 1، 2 جين رئيسى واحد سائد، فإن المقاومة للسلالة 1.2 — التى تُعرف فى الصنف Isabelle — قد وُصفت بأنها كمية. وقد ذُكر مصدر آخر لمقاومة هذه السلالة، وذلك فى سلالة التربية BIZ. أظهرت تلك السلالة مقاومة شبه تامة للسلالة 1.2 من الفطر حتى مع زيادة تركيز معلق جراثيم الفطر المستخدم فى العدوى إلى $١٠^{٦}$ جرثومة/مل، ومع تجريح الجذور؛ بما يعنى أن تلك المقاومة أقوى مما فى Isabelle. وقد وجد أن مقاومة السلالة BIZ يتحكم فيها جينان متنحيان مكملان لبعضهما البعض، ويلزم تواجدهما معًا لتكون المقاومة تامة. وبينما لوحظ استعمار الفطر لأنسجة الجذر فى كل من BIZ وسلالة قابلة للإصابة (هى PI 414723)، فإن الاستعمار كان أقل بوضوح فى النباتات المقاومة، وكان الفطر غائبًا — تقريبًا — فى سيقان النباتات المقاومة (Herman & Perl-Treves ٢٠٠٧).

لقد ذُكِرَ وجود ثلاثة جينات تتحكم فى المقاومة للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*، كما يلى. (١) الجين السائد Fom-1، ويتحكم فى المقاومة لسلالتى الفطر 0، و2، وكانت قد ظهرت لأول مرة فى الصنف الفرنسى Doublon. يقع هذا

الجين فى الطرف البعيد للمجموعة الارتباطية IX (سابقًا: 5) على بعد ٢ سنتى مورجان من جين المقاومة لفيرس بقع الباباظ الحلقية Prv^2. وقد أمكن التعرف على واسمات جزيئية للجين Fom-1. (٢) الجين Fom-2 وهو يتحكم فى المقاومة لسلالتى الفطر 0، و1، وهو الذى اكتُشف لأول مرة فى السلالة CM17187، ويقع فى المجموعة الارتباطية XI، وقد أمكن عزله لاستخدامه فى الهندسة الوراثية، كما أمكن التعرف على واسمات جزيئية ترتبط به. هذا.. وقد نقلت المقاومة لسلالات الفطر 0، و1، و2 إلى عدد كبير من أصناف الكنتالوب التجارية. (٣) الجين Fom-3، وقد وُجِدَ فى الصنف Perlita FR، ويتحكم – كذلك – فى المقاومة لسلالتى الفطر 0، و 2، ولكنه ينعزل مستقلاً عن الجين Fom-1.

كما ذُكر أن المقاومة لسلالتى الفطر 0، و2 فى الصنف الإسبانى Tortuga (الذى ينتمى إلى الصنف النباتى *cantalupensis*) يتحكم فيها زوجان من الجينات المستقلة، أحدهما سائد والثانى متنح، ويعتقد بأن الجين السائد هو Fom-1، وقد أُعطى الجين المتنحى الرمز fom-4.

ووجدت مقاومة لسلالة الفطر 1.2 فى الصنف الإسرائيلى BIZ، وتبين أنه يتحكم فيها جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز 1.2a، وأنه يقع فى الطرف البعيد للمجموعة الارتباطية LGII (مقابل للجين a الخاص بصفة الـ andromonoecy). وكان جين آخر متنحٍ قد وُجد أنه ينعزل فى نفس العشيرة. وأمكن التعرف على ٩ QTLs تتحكم فى المقاومة المتنحية لسلالة الفطر 1.2 فى سلالة التربية الفرنسية Isabelle التى استمدت مقاومتها من سلالة الشرق الأقصى Ogon 9. وبالمقارنة.. تبين أن مقاومة السلالة البرتغالية BG-5584 (وهى تنتمى للصنف النباتى *cantalupensis*) يتحكم فيها عديد من الجينات المتنحية (عن Dogimont ٢٠١١).

لقد أصبح من المعروف وجود أربع سلالات من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis*، هى: 0، و 1، و2، و1.2، ويتحكم الجين Fom-1 فى المقاومة للسلالتين

0، و2؛ بينما يتحكم الجين Fom-2 فى المقاومة للسلالتين 0، و1. أما السلالة 1.2 فإنها تصيب النباتات التى تحمل أى من الجينين Fom-1 أو Fom-2 ولقد وجدت مقاومة جزئية (فى بعض سلالات الكنتالوب من الشرق الأقصى) للسلالة 1,2 (تُعطى — كذلك – الرمز 1.2) يتحكم فيها عديد من الجينات المتنحية، ولكن وجدت — أيضًا — مقاومة كاملة فى سلالة التربية BIZ. وأمكن التوصل لواسمات دنا شديدة الارتباط بكل من الجينين Fom-2، و Fom-1، كما أمكن التعرف على تسع QTLs خاصة بالسلالة 1,2 تقع فى خمس مجموعات ارتباطية (عن Qumouloud وآخرون ٢٠١٣).

ولقد أمكن تحديد واسمة RAPD ترتبط بالجين Fom-2 المسئول عن المقاومة للسلالة 1 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* (Wechter وآخرون ١٩٩٥).

وأمكن — كذلك — التعرف على واسمات RAPD لجين المقاومة للذبول الفيوزارى فى سلالة الكنتالوب MR-1 (Zheng & Wolff ٢٠٠٠).

كما أمكن التعرف على واسمات دنا DNA شديدة الارتباط بالجين Fom-1 المتحكم فى المقاومة للسلالة 2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* فى الكنتالوب، يمكن أن تفيد فى الانتخاب لصفة المقاومة فى برامج التربية، ووجد أن الجين Fom-1 يقع على الكروموسوم 7، وكانت واسمة AFLP، وهى TAG/GCC-470 تامة الارتباط بجين المقاومة (Tezuka وآخرون ٢٠٠٩).

وفى دراسة أخرى.. أمكن تحديد أربعة واسمات دنا ترتبط بالجين Fom-1 الذى يتحكم فى المقاومة السائدة للسلالتين 0، و 2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* فى الكنتالوب. يقع هذا الجين بين اثنتان من واسمات CAPS، هما C-MRGH12، و 62-CAPS وعلى مسافة ٠,٤، و ١,٢ سنتى مورجان منهما، على التوالى (Tezuka وآخرون ٢٠١١).

لقد أمكن عزل (عمل cloning) جينى المقاومة للسلالتين 0، و 2 من الفطر المسبب للذبول الفيوزارى، وتطوير واسمات جزيئية لاستخدامها فى التربية الجزيئية لمقاومة سلالة الفيوزاريم 2 فى الكنتالوب (Oumouloud وآخرون ٢٠١٥).

التقييم للمقاومة

وُجد عندما قُيِّم الكنتالوب لمقاومة الذبول الفيوزارى أن أعراض الإصابة بالمرض كانت أبكر ظهورًا، وأن تقدم المرض كان أسرع فى البادرات التى شُتلت فى بيئة من البيت موس بعد عدواها بالفطر عما فى تلك التى شُتلت فى الرمل، بينما لم تظهر أى أعراض مرضية فى سلالة الكنتالوب المقاومة للمرض فى أى من بيئتى الزراعة. وقد أدى خلط البيت بالرمل أو البرليت إلى خفض معدل تطور المرض. ويعنى ذلك أن الزراعة فى البيت تمكن المربى من التعرف على التراكيب الوراثية القابلة للإصابة؛ فلا تُنتخب نباتات أفلتت من الإصابة على أنها مقاومة. وتتوفر شواهد على أن البيت يستحث التراكيب الوراثية القابلة للإصابة على إظهار قابليتها للإصابة، وأن ذلك يرتبط بالنشاط الميكروبى فى البيت؛ إذ إن البيت المعقم لا يُساعد على سرعة تطور المرض كما البيت غير المعقم، كذلك فإن استنبات بذور الكنتالوب – القابل للإصابة – فى البيت ثم شتلها فى الرمل يُسرع من ظهور المرض بدرجة أكبر عما فى تلك التى تستنب فى الرمل ثم تشتل فى البيت بعد عدواها بالفطر (Cohen وآخرون ٢٠٠٨).

ولقد أمكن تحويل جميع السلالات المعروفة من فطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* (وهى: r0، و r1، و r2، وr1,2w ، و r1,2y) وراثيًّا بواسطة *Agrobacterium tumefacines* لتعبر عن الـ green fluorescent protein (اختصارًا: GFP). وعن طريق الفلورة التى تنبعث من سلالات الفطر المحولة وراثيًّا Fom-GFP بعد ١١–١٥ يومًا من العدوى بها، يمكن الحكم على مستوى المقاومة، حيث وجد ارتباط جوهرى مباشر بين الـ fluorescence signal rating فى هذا الوقت (بعد ١١–١٥ يومًا من العدوى) وشدة أعراض المرض بعد ٢٠–٢٨ يومًا من العدوى (Ramos وآخرون ٢٠١٥).

مصادر المقاومة البرية والمزروعة والتربية للمقاومة

وُجد أن المقاومة لفطر الفيوزاريم المسبب للذبول – قبل أن يعرف تعدد سلالاته الفسيولوجية – تتوفر فى الصنف Iroquois، الذى كان يعد المصدر الأساسى لصفة المقاومة فى برامج التربية.

وقد نقلت المقاومة إلى عدد من الأصناف الفرنسية؛ هى: Doublon، و Orlinabel و Printalou، و Piboub وجميعها من طراز الشارانتيه Charantais (I.N.R.A. – فرنسا) – وكذلك الصنف Perlita FR.

وبالإضافة إلى المقاومة السابقة التى تتوفر فى النوع المزروع.. فقد اختبر Thomas & More (١٩٩٠) عدة أنواع أخرى برية، ووجدا مستويات عالية جدًّا من المقاومة فى كل من النوعين *C. figarei*، و *C. zeyheri*، كما اختبرت أنواع أخرى تحت ظروف الحقل فقط، وكانت على درجة عالية من المقاومة، وهى: *C. meeusii*، و *C. dipsaceus*، و *C. anguria* var. *longipes*.

وقد تمكن Zink & Gubler (١٩٩٠) من تربية جيرمبلازم مقاوم للفطر من القاوون الشبكى، استخدم فى إنتاج هجن تجارية مقاومة.

وتبين عند تقييم ثمانى سلالات من كنتالوب التخليل *C. melo* – المعروف باسم melofon – أن جميعها كانت مقاومة للسلالتين 0، و 1 من الفطر المسبب للذبول، وعالية القابلية للإصابة بالسلالة 2، بينما كانت متوسطة القابلية للإصابة بالسلالة 1,2 (Cohen وآخرون ١٩٩٦).

وبينما تتوفر مصادر للمقاومة للسلالات 0، و 1، و 2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* فى عديد من أصناف وسلالات المحصول، فإن المقاومة للسلالة 1,2 يبدو أنها تنحصر فى بعض السلالات من الشرق الأقصى. وبتقييم ٣٢ صنفاً وسلالة، وُجد أعلى مستوى للمقاومة فى الأصناف والسلالات اليابانية: Kogane Nashi Makuwa، و C-211، وC-40، كما وُجدت مستويات مفيدة من المقاومة من السلالة الروسية C-160، والسلالتان الإسبانيتان C-300، و Mollerusa-7. وتتوفر مستويات عالية من المقاومة لسلالة الفطر 1,2 (تُعطى – كذلك – الرمز 1.2) فى سلالات تنتمى إلى *C. melo* subsp. *agrestis* (Oumouloud وآخرون ٢٠٠٩).

وعندما قُيم ١١٠ أصناف وسلالات من الكنتالوب لمقاومة السلالة 1.2 (الطرازان المرضين: 1.2y، و 1.2w) من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* .. أظهرت ١٢

سلالة بعض المقاومة لأحد أو كلا الطرازين المرضين، كما أظهرت ثلاث سلالات يابانية (هى: Shiro Uri Okayama من الصنف النباتى *conomon*، و Kogane Nashi Makuwa و C-211 من الصنف النباتى *makuwa*) وسلالة برتقالية (هى: BG-5384) أعلى مستوى من المقاومة لكلا الطرازين المرضين. وتُعد السلالة الأخيرة هى الأقرب فى صفاتها من أصناف الكنتالوب التجارية الأمريكية (Chikh-Rouhou وآخرون ٢٠١٠).

ومن بين ٧ سلالات أحادية مضاعفة تكونت بكريًّا باستعمال حبوب لقاح عُرِّضت للإشعاع من الصنف Isabelle، انتُخبت سلالتان – هما: Nad-1، و Nad-2 – كانتا مقاومتين للسلالة 1,2w من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* بدرجة أكبر من تراكيب وراثية أخرى شملتها الدراسة (Ficadenti وآخرون ٢٠٠٢).

هذا.. وتتوفر المقاومة لمختلف سلالات الفطر فى أصناف الكنتالوب الأمريكية التالية:

السلالة أو السلالات	الأصناف المقاومة
السلالة 0	Saticoy
السلالات 0,1,2	Aphrodite, Apollo, Athena, Goddess, Jaipur, Minerva
السلالتان 0,2	Eclipse, Harper Hybrid, Lil'Loupe, Maverick, OroRico, Starfire, Star Sweet, Superstar.
السلالتان 1,2	Orange Sherber, Primo.
السلالة 2	Alaska, Delicious, Earlisweet, Eastbreak, Odysey, Rising Star, Starship.

المصدر:

Muskmelon: disease resistance table, Cornell Vegetable MD Online. 2006. The Internet.

هذا.. ويتكرر الأمر ذاته فى طُرز الكنتالوب الأخرى؛ فمنها ما هو مقاوم للسلالة 0 فقط (مثل: Bolero، و Crete، و Honey Brew)، أو للسلالة 1 فقط (مثل: Rocio)، أو للسلالتين 0، و 1 (مثل: Creme de Menthe، و Galia)، أو للسلالتين

0، و2 (مثل: Angel، و Earli Dew، و Earlibrew، و Gournet)، أو للسلالات 0،و1،و2 (مثل: Courier، و Dorado، و French Orange) (نفس المصدر السابق تحت Speciality Melon).

طبيعة المقاومة

استخدمت سلالة مُنتِجة لبروتين ذات فلورة خضراء اللون من السلالة 1.2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis*. فى دراسة على طبيعة المقاومة فى السلالة المقاومة BIZ. FOM 1.2-GFP، مقارنة بالصنف القابل للإصابة Ein Dor. أوضحت الدراسة ضعف وبطء الإصابة فى السلالة المقاومة عما فى الصنف القابل للإصابة، وذلك قبل وصول الفطر للجهاز الوعائى فى كليهما واستعماره له. وقد ازداد فى السلالة المقاومة نشاط ثلاثة إنزيمات مؤثرة فى النظام الدفاعى للنبات، هى: phenylalnine ammonia lyase، و chitinase، و hydroperoxide lyase، وذلك مقارنة بنشاطها فى الصنف القابل للإصابة. ظهر هذا الفرق فى النشاط الإنزيمى بعد مهاجمة الفطر لهما، كما كان هناك فرق آخر ابتدائى بمقدار ٢-٤ أضعاف فى مستوى النشاط الإنزيمى بين التركيبين الوراثيين قبل مهاجمة الفطر لهما (Zvirin وآخرون ٢٠١٠).

أصول للتطعيم عليها مقاومة للذبول الفيوزارى

وُجدت مقاومة عالية جدًّا لكلٍ من السلالة 1.2 من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* — مسبب مرض الذبول الفيوزارى — والفطر *Didymella bryoniae* — مُسبب مرض لفحة الساق الصمغية — فى الكنتالوب — فى الأصول التالية التى تستخدم فى إنتاج الكنتالوب: الهجن RS 841، و P360، و ES 99-13، و Elsi وجميعها من الهجين النوعى *Cucurbita maxima* × *C. moschata* (Crinò وآخرون ٢٠٠٧).

التربية لمقاومة عفن التاج الفيوزارى

تتوفر المقاومة للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* — مسبب مرض عفن التاج الفيوزارى — فى صنف الكنتالوب Dulce، ويتحكم فيها

جينين، أحدهما سائد والثانى متنح، وقد أُعطيا الرمزين Forc-1، و forc-2. ولا ترتبط تلك المقاومة بالمقاومة لسلالات الذبول الفيوزارى 0، و1، و 2، إذا إن كلا من الصنفين Dulce، و Hamed (القابل للإصابة بعفن التاج الفيوزارى) مقاومان لسلالتى فطر الذبول الفيوزارى 0، و 2 وقابلان للإصابة بسلالة فطر الذبول الفيوزارى 1 (Elkabetz وآخرون ٢٠١٦).

التربية لمقاومة عفن التاج الفيتوفثورى

أُجرى تقييم لـ ٣١٠ صنف وسلالة من *Cucumis melo* لمقاومة الفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض عفن التاج، وكانت جميعها على درجة عالية من القابلية للإصابة باستثناء ست سلالات (PIs) كانت إصابتها أقل جوهريًّا من إصابة صنفى الكنترول (Athena، و Dinero)، وبالتلقيح الذاتى لتلك السلالات ظهرت نباتات عالية المقاومة فى أنسال كل من: PI 420180، و PI 176936، و PI 176940 (Danahoo وآخرون ٢٠١٣).

التربية لمقاومة لفحة الساق الصمغية

يسبب الفطر *Didymella bryoniae* (= *Mycospharella citrullina* وهو الطور اللاجنسى) مرض لفحة الساق الصمغية فى القاوون والشمام وغيره من القرعيات الأخرى.

وتتوفر المقاومة للفطر فى القاوون، ويتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز Mc_1، كما يتوفر جين آخر سائد يوفر درجة متوسطة من المقاومة، ويأخذ الرمز Mc_2، ويعتبر الصنف Gulf Coast من الأصناف التجارية المقاومة للمرض.

ولقد وجدت أعلى درجة من المقاومة للفطر *M. citrullina* (حاليًّا *D. bryoniae*) — عندما قيم ١١٦١ صنفًا وسلالة من الكنتالوب فى السلالة PI 140471 التى اقتربت مقاومتها من المناعة تحت ظروف الحقل، كما تبين أن تلك المقاومة سائدة سيادة تامة (Sowell وآخرون ١٩٦٦، و Sinclair ٢٠٠٣).

كما وجد مستوى عالٍ من المقاومة للفطر *D. bryoniae* فى السلالة PI 266934 من *C. melo*، وهى مقاومةً لم تتأثر لا بعمر البادرات عند عدواها بالفطر، ولا بتركيز معلق جراثيم الفطر المستخدم فى العدوى (McGrath وآخرون ١٩٩٣).

وفى دراسة أخرى تأكدت المقاومة لمرض لفحة الساق الصمغية التى يُسببها الفطر *Didymella bryoniae* فى سلالة الكنتالوب PI 140471، وكذلك السلالة PI 266935، وتبين أن تلك المقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد، وترتبط بزيادة فى نشاط الإنزيمين: polyphenoloxidase، و peroxidase (Helal وآخرون ١٩٨٦).

كذلك وُجدت المقاومة للمرض فى سلالتى الكنتالوب PI 157082، و PI 511890، كما تبين أن المقاومة فيهما يتحكم فيها – كذلك – جين واحد سائد. وبالتهجين بين السلالة PI 157082 – كأم – و PI 140471 – كأب – حدث انعزال فى الجيل الثانى بنسبة ١٥ مقاوم: ١ قابل للإصابة؛ بما يعنى أن السلالتين تحملان جينان مختلفان للمقاومة (Zuniga وآخرون ١٩٩٩)، علمًا بأن السلالة PI 14047 كانت قد وجدت مقاومة للفطر (Sinclair ٢٠٠٣).

وقد أُجرى تقييم شمل ٧٩٨ صنفًا وسلالة من *C. melo*، و ٢٤ سلالة من أنواع الجنس *Cucumis* قريبة منه لمقاومة الفطر *D. bryoniae*، وأظهرت ٢٣ سلالة من *C. melo* مستوى عاليًا من المقاومة، كان من بينها سلالات الـ PIs أرقام: 482393، و 482398، و 482399، و 482402، و 482403، و 482408 (وجميعها صينية المنشأ)، و 255478 (كورية)، و 511890 (مكسيكية)؛ علمًا بأنها – جميعًا – لم تقل فى مستوى مقاومتها عن السلالة PI 140471 التى تُعد المصدر الرئيسى لمقاومة المرض (Zhang وآخرون ١٩٩٧).

كما أُجرى تقييم آخر موسع شمل ٢٠٠ صنف وسلالة من *C. melo* لمقاومة الفطر *D. bryoniae* وتأكد منه مقاومة عديد من السلالات التى كانت قد وُجدت مقاومة للفطر فى اختبارات سابقة، وإن كانت سلالات أخرى – من بين تلك التى كانت قد وُجدت مقاومة قبلاً – قابلة للإصابة فى هذه الدراسة، وخاصة السلالة PI 482399 التى كانت

شديدة القابلية للإصابة. وبدراسة وراثة المقاومة فى ثلاث سلالات، هى: PI 157076، و PI 420145، و PI 323498 وجد أن كلاً منها يحمل جينًا واحدًا سائدًا لمقاومة الفطر (Wolukau وآخرون ٢٠٠٧).

لقد تأكد وجود أربعة جينات سائدة مستقلة (من Gsb-1 إلى Gsb-4) تتحكم فى المقاومة للفطر *Didymella bryoniae* (الطور اللاجنسى *Mycosphaerella citrullina*) مسبب مرض لفحة الساق الصمغية، وذلك فى سلالات الكنتالوب PI 140471، و PI 157082، و PI 511890، و PI 482398. وفى السلالة الأخيرة – PI 482398 – وُجد – كذلك – جين خامس متنحٍ – أُعطى الرمز gsb-5 – إضافة إلى الجينات الأربعة السائدة. وكان قد ذُكر وجود جين سائد يكسب نباتات السلالتين C-1، و C-8 مقاومة متوسطة. أُعطى هذا الجين الرمز Mc-2، ولكن يفضل إعادة تسميته Gsb-6 (عن Dogimont ٢٠١١).

التربية لمقاومة الذبول الفجائى والتدهور

يُسبب الفطر *Monosporascus cannoballus* مرض الذبول الفجائى sudden wilt فى الكنتالوب– وهو المرض الذى يُكنى – أحيانًا – بالتدهور decline أو dieback، فى الوقت الذى يُرجع فيه التدهور – غالبًا – إلى الإصابة بالفطر *Acremonium cucurbitacearum* ولذا.. فإننا نتناول الحالتين – معًا – كمرض واحد، مع التمييز بين المسببين كلما اقتضت الضرورة.

التقييم للمقاومة

كانت أفضل الظروف لتقييم الكنتالوب لمقاومة الفطر *Acremonium curbitacearum* – مسبب مرض التدهور – هى عدوى التربة بالفطر فى مرحلة مبكرة من النمو بنحو ٥٠–١٠٠ × ١٠^{٣} وحدة مكونة للمستعمرات الفطرية .c.f.u/ جرام من التربة، وتسجيل قراءة الإصابة بعد ٢٨ يومًا من العدوى (Armengol وآخرون ١٩٩٩).

ولقد أظهرت السلالة Pat 81 من *C. melo* var. *agrestis* مقاومة لمرض التدهور الذى يسببه الفطرين *Acremonium cucurbitacearum*، و *Monosporascus*

cannonballus؛ حيث كان هو الأقل من بين جميع التراكيب الوراثية المختبرة فى شدة الأعراض على الجذور، ولم يُعانى من أعراض التدهور مثل غيره؛ حيث بلغت نسبة النباتات التى استمرت دون ظهور أعراض المرض عليها– فى أشد المواسم إصابة – بين ٤٥٪، و٨٥٪، فى الوقت الذى ماتت فيه معظم نباتات السلالات والأصناف القابلة للإصابة. ويُستفاد من هذه الدراسة أن دليل شدة إصابة الجذور يرتبط بشدة مع أعراض التدهور على النموات الخضرية، ويمكن أن يُتخذ دليلاً على المقاومة لأعراض التدهور (Iglesias وآخرون ٢٠٠٠).

وأمكن التوصل إلى طريقة سريعة للتعرف على تواجد الفطر المسبب للذبول الفجائى فى الكنتالوب تعتمد على PCR primer خاص بالجنس *Monosporascus*، وعلى hybridization probes غير نشطة إشعاعيًّا. يمكن باتباع هذه الطريقة فحص ٣٠ عينة جذرية فى أقل من سبع ساعات، وهى تفيد – خاصة – فى التعرف على تواجد عشائر الـ *Monosporacus* التى لا تُنتج perithecia (Lovic وآخرون ١٩٩٥).

إن المقاومة للتدهور التى تتوفر فى السلالة Pat 81 من *Cucumis melo* subsp. *agrestis* مردها إلى خاصيتين فى تلك السلالة، هما: مقاومتها الخاصة للفطر المسبب للمرض، وتكوينها لمجموع جذرى أكثر طولاً وتشعبًا؛ مما يسمح للنبات بالإفلات من الإصابة؛ نظرًا لسبر مجموعه الجذرى لحيز أكبر من التربة. ومن بين العوامل التى تحد من إحراز تقدم سريع فى التربية لمقاومة هذا المرض كثرة مسبباته، والتأثير الكبير للعوامل البيئية على المرض، وعدم توفر طرق يمكن الاعتماد عليها فى تقييم شدة الإصابة بالمرض، وفى كيفية تقدير قوة نمو المجموع الجذرى، لكن بعضًا من تلك المشاكل أمكن التغلب عليها باستخدام اختبار الـ real–time PCR فى عمل تقدير كمى لتواجد الفطر *M. cannonballus* بالجذور فى المراحل المبكرة جدًّا من الإصابة، وباستخدام software خاصة فى تحليل تركيب وكثافة النمو الجذرى كمبيوتريًّا؛ الأمر الذى يسَّر تربية وإنتاج سلالات مقاومة للمرض (Picó وآخرون ٢٠٠٧).

ولكن تبين من دراسة قورنت فيها ثلاثة أصناف كنتالوب متحملة للتدهور — الذى يسببه الفطران *Monosporascus cannonballus*، و *Acremonium cucurbitacearum* — هى: Doublon، و Deltex، و Pat 81، وصنفان قابلان للإصابة، هما: Piel de Sapo، و Amarillo Canario.. تبين أن أفضل مقياس لتقييم درجة تحمل المرض. هو الجمع بين كل من شدة البقع المرضية الجذرية، والبناء الجذرى وتفرعاته root architecture، والتوازن بين النموين الجذرى والخضرى. كان ذلك أفضل للتقييم لتحمل المرض عن تقييم شدة الضرر الجذرى منفردة (Fita وآخرون ٢٠٠٨).

مصادر المقاومة

تبين عند تقييم ثمانى سلالات من كنتالوب التخليل *C. melo* — المعروف — باسم melofon. وجود تباينًا كبيرًا بين السلالات المقيمة فى استجابتها للذبول الفجائى، وكان أكثرها مقاومة السلالة P6 التى لم تتدهور فى الاختبار الحقلى (Cohen وآخرون ١٩٩٥).

لقد أظهرت سلالة التربية P6a من كنتالوب التخليل الشرقى أكبر درجة من تحمل الإصابة بالذبول الفجائى من بين كل الأصناف والسلالات التى تم اختبارها، كما أظهرت السلالة BSK قدرًا من التحمل كذلك. وقد كان الجيل الأول لكل من هاتين السلالتين مع سلالات قابلة للإصابة بالمرض، وكذلك الجيل الثانى وعائلات التهجينات الرجعية وسطًا بين الآباء فى تحملها للمرض؛ بما يعنى تحكم جين أو جينات ذات فعل إضافى فى صفة التحمل (Cohen وآخرون ١٩٩٦).

ويُعد صنف الكنتالوب Pat 81 مقاومًا للفطر *Acremonium cucurbitacearum* مسبب مرض الـ dieback، أى التدهور (Iglesias & Nuez ١٩٩٧).

وكان الهجين Deltex من طراز الأناناس هو الوحيد من بين عديد من الأصناف والسلالات من مختلف الطرز من الكنتالوب الذى أظهر تحملاً عاليًا للإصابة بمرض الذبول المفاجئ الذى يسببه الفطر *Monosporascus cannonballus* (Wolff & Miller ١٩٩٨).

هذا.. إلا أن سلالة الكنتالوب TG R 1551 أظهرت قدرًا أعلى من المقاومة للفطر *M. cannonballus* عما فى الصنف Deltex المعروف بمقاومته للمرض (Sinclair ٢٠٠٣).

ومن بين ١٨ صنفًا من الكنتالوب قيمت لمقاومة الفطر *M. cannonballus* مُسبب مرض الذبول المفاجئ.. وجدت مقاومة متوسطة فى ثمانى أصناف، هى: Nabijani و Sfidak Khatdar، و Sfidak Bekhat، و Ghandak، و Mollamosai، و Chappat، و Hojmashallahi، و Shadgan (Salari وآخرون ٢٠١٣).

وراثة المقاومة

يتحكم جين ذات سيادة جزئية – يأخذ الرمز Mvd – فى المقاومة الجزئية لمرض تدهور نباتات الكنتالوب الذى يُسببه الفطرين *Acromonium cucurbitacearum*، و *Monosporascus cannonballus*، وذلك فى سلالة الكنتالوب Pat 81 (عن Dogimont ٢٠١١).

طبيعة المقاومة

وُجدت اختلافات جوهرية فى صفات الطول الكلى للجذور، ومتوسط قطر الجذر، وعدد القمم الجذرية النامية، وعدد الجذور الدقيقة (حتى ٠,٥ مم قطرًا)، وعدد الجذور الصغيرة (٠,٥ – ١,٠ مم قطرًا) بين صنفين متحملين (Deltex، و Doublon) وصنفين قابلين للإصابة (Magnum 45، و Caravelle) من الكنتالوب. كان الطول الكلى للجذور، وطول الجذور الدقيقة والصغيرة، وعدد القمم الجذرية النامية أعلى فى الصنف Deltex عما فى الصنفين القابلين للإصابة، وأعلى فى Doublon عما فى Caravelle. ويُستدل من تلك الدراسة أن تحمل الفطر *Monosporascus cannonballus* – مسبب مرض الذبول المفاجئ – ترتبط بسلامة وكمال المجموعة الجذرى (Crosby وآخرون ٢٠٠٠).

كما أظهرت السلالة البرية Pat 81 من *Cucumis melo* subsp. *agrestis* درجة عالية من المقاومة للذبول الفجائى فى حقل موبوء بالفطرين المسببين للمرض (*Monosporascus cannonballus*، و *Acremonium cucurbitacearum*). وتتميز

هذه السلالة بإنتاجها لمجموع جذرى قوى ومتفرع وطويل؛ بما يسمح له بامتصاص الماء والعناصر حتى مع إصابته فى التربة الملوثة بالفطر (Dias وآخرون ٢٠٠٢).

وقد احتوت جذور النباتات المقاومة (من الصنف Nabijani) تركيزات من الفينول الكلى والبروتين الكلى والبيروكسيديز أعلى عما فى جذور النباتات القابلة للإصابة (من الصنف Khaghani) (Salari وآخرون ٢٠١٣).

التربية لمقاومة البياض الزغبى

يسبب الفطر *Pseudopernospora cubensis* مرض البياض الزغبى فى الكنتالوب وغيره من القرعيات الأخرى.

التقييم للمقاومة

وجد Thomas وآخرون (١٩٨٧) أن شدة الإصابة على الورقتين الحقيقيتين الأولى والثانية (معبرًا عنها برقم زوجى تمثل فيه خانة الآحاد شدة الإصابة على الورقة الأولى، وخانة العشرات شدة الإصابة على الورقة الثانية) تحت ظروف الصوبة يمكن أن تكون دليلاً على شدة الإصابة المتوقعة فى النباتات البالغة تحت ظروف الحقل. وقد عبر الباحثون عن شدة الإصابة على مقياس بأرقام من ١-٤، يمثل فيه الرقم ١ القابلية للإصابة، بينما تمثل الأرقام ٢-٤ درجات متزايدة من المقاومة، يقل فيها إنتاج الجراثيم تدريجيًّا.

مصادر ووراثة المقاومة

أظهرت أصناف الكنتالوب Smith's Perfect، وGreen Fleshed Rocky Dew، و Orange Fleshed Rocky Dew، و Cuban Castillian مقاومة لكل من الفطر *P. cubensis* — مسبب مرض البياض الزغبى — ومنّ القطن *Aphis gossypii*، وبدا أن المقاومة لكليهما سائدة جزئيًّا (Ivanoff ١٩٤٤).

ووجد أعلى مستوى من المقاومة للفطر *P. cubensis* فى سلالة كنتالوب مرباة داخليًّا من PI 124111 (Thomas ١٩٨٢).

وعندما أُجرى تقييم شمل ٩٤٢ أصلاً وراثيًّا من *C. melo* لمقاومة الفطر *P. cubensis*، وجد أعلى مستوى من المقاومة فى السلالة PI 124112، وتلاها فى شدة المقاومة السلالات: PI 124111، و PI 122847، و PI 124210، و PI 145594، و PI 165525. وعمومًا .. وُجدت بعض النباتات من كل من PI 124111، و PI 124112 كانت عالية المقاومة، ووجدت بعض النباتات المقاومة فى ٣١ سلالة، وبعض النباتات الفردية المتوسطة المقاومة فى ٤٩ سلالة (Thomas & Jourdain ١٩٩٢).

وقد أُجرى تقييم آخر شمل ١٠٧٦ صنفًا وسلالة من *C. melo* لمقاومة الفطر *P. cubensis* تحت ظروف الحقل، وكانت أكثر السلالات مقاومة PI 271329، و PI 401644، بينما أظهرت ٦٨ سلالة طراز تفاعل (reaction type) ٣، وكانت ١١٠ سلالة متوسطة المقاومة وأظهرت طراز تفاعل ٢ (Thomas ١٩٩٩).

إن سلالة الكنتالوب PI 124111F تحمل جينين سائدين (Pc1، و Pc2) يتحكمان فى المقاومة للسلالة 3 من الفطر *P. cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى. وقد أمكن التعرف على سلالة أخرى مقاومة للمرض — سبقت الإشارة إليها — جُعِلَت أصيلة بعد سبعة أجيال من التلقيح الذاتى، وتلك هى PI 124112. وتبين بالتلقيح بينها وبين كل من الصنف القابل للإصابة Ananas-Yokneam والسلالة المقاومة PI 124111F أن مقاومة PI 124112 يتحكم فيها زوجان من الجينات السائدة جزئيًّا، وأن أحد هذين الجينين يماثل أحد الجينين (Pc1، و Pc2) الموجودين فى PI 124111F، أما الجين الآخر فقد أُعطى الرمز Pc4 (Kenigsbuch & Cohen ١٩٩٢أ).

يتوفر مستوى عالٍ من المقاومة للفطر *P. cubensis* فى السلالة PI 124111 من *C. melo* كما أسلفنا. وقد وجد أن هذه المقاومة يتحكم فيها زوجان من جينات ذات سيادة غير تامة (Pc1، و Pc2)، كما بدا — كذلك — وجود عوامل سيتوبلازمية تتحكم فى المقاومة (Thomas وآخرون ١٩٨٨، وCohen وآخرون ١٩٨٥، و Cohen & Cohen ١٩٨٦أ).

وأوضحت دراسات أخرى أن المقاومة فى أربع سلالات من الإنديز الغربية كانت سائدة جزئيًّا، وأن أكثر الأصناف مقاومة كان Smith's Perfect. وكانت أول السلالات الجيدة — التى ربيت لغرض المقاومة لمرض البياض الزغبى — هى السلالة MR-1 (التى تقاوم السلالتين ١، و٣ من الفطر المسبب للمرض)، والتى انتخبت من السلالة رقم 90319، التى استمدت مقاومتها — بدورها — من السلالة P.I. 124111؛ وهى السلالة المقاومة لمرض البياض الدقيقى كذلك.

وقد أوضحت دراسات Kenigsbuch & Cohen (١٩٨٩) أن مقاومة سلالة الكنتالوب P.I. 124111 للسلالة ٣ من الفطر سائدة جزئيًّا، ويتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية.

ووجد Thomas وآخرون (١٩٨٨) — لدى تلقيح السلالة المقاومة MR-1 مع الصنف القابل للإصابة Ananas Yokneen — أن مقاومة البياض الزغبى يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية ذو سيادة غير تامة، أُعطيا الرمزين Pc1، و Pc2، وقد كان الانعزال فى الجيل الثانى بنسبة ٦ قابل للإصابة: ٩ متوسط المقاومة: ١ مقاوم، بينما كان الانعزال فى التلقيح الرجعى إلى الأب المقاوم بنسبة ٣ مقاوم: ١ قابل للإصابة، وفى التلقيح الرجعى إلى الصنف القابل للإصابة بنسبة ٣ قابل للإصابة: ١ مقاوم.

وقد وجد أن درجة توريث المقاومة للبياض الزغبى فى الكنتالوب عالية؛ حيث تراوحت على النطاق الضيق بين ٠,٨٢، و٠,٨٨ (Epinat & Pitrat ١٩٩٤ أ). كما وُجد أن ٨٤٪ – ٩٩٪ من التباينات (فى تلقيحات بين خمسة أصناف وسلالات عالية إلى متوسطة المقاومة للبياض الزغبى وثلاثة أصناف قابلة للإصابة) يمكن إرجاعها إلى تأثيرات الإضافة، بينما لم يُسهم تأثير التفوق بأكثر من ٨٪ فى التباينات، ولم تكن القدرة الخاصة على التآلف عالية؛ بما يعنى عدم وجود قوة هجين للمقاومة (Epinat & Pitrat ١٩٩٤ب، و Kim ١٩٩٦).

كما أظهرت دراسة وراثية أن المقاومة للفطر *P. cubensis* فى سلالتى الكنتالوب IIHR 121، و IIHR 122 يتحكم فيها تأثير سيادة بصورة أساسية (Shashikumar وآخرون ٢٠١٠).

وتلخيصًا لما سبق بيانه.. فإن المقاومة للفطر *P. cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى تتوفر فى عديد من السلالات الهندية. ولقد وُجد أن تلك المقاومة يتحكم فيها زوجان من الجينات السائدة جزئيًّا — أُعطيا الرمزين Pc-1، و Pc-2 — فى السلالة الهندية PI 124111. وقد تبين أن تلك السلالة تقاوم ستة طرز باثولوجية Pathotypes من الفطر المسبب للبياض الزغبى. كذلك ذُكر وجود جينين للمقاومة — أُعطيا الرمزين Pc-4، و Pc-1 أو Pc-2 فى سلالة هندية أخرى، هى PI 124112.

وأمكن تحديد تسع QTLs للمقاومة للفطر *P. cubensis*، كانت إحداها — وهى Pc-XII.1 — شديدة الارتباط بالـ QTL الخاصة بالمقاومة بالبياض الدقيقى Pm-XII.1 على المجموعة الكروموسومية XII والمسئولة عن المقاومة للسلالات 1، و 2، و 5 من الفطر *P. xanthii* والسلالة من *G. cichoracearum*.

كذلك ذُكر وجود جين واحد سائد جزئيًّا — هو Pc-3 — يتحكم فى المقاومة للبياض الزغبى فى السلالة الهندية PI 414723. ووُجد أن الجين Pc-5 يتفاعل مع الجين المحور M-Pc للتحكم فى المقاومة للبياض الزغبى فى السلالة 5-4-2-1 فى وجود الجين M-Pc-5؛ علمًا بأن المقاومة التى يوفرها الجين Pc-5 تكون سائدة، بينما فى غياب M-Pc-5 تكون المقاومة متنحية (عن Dogimont ٢٠١١).

طبيعة المقاومة

وجد أن الفطر *P. cubensis* يخترق الثغور بأوراق كل من سلالة *C. melo* المقاومة PI 124111 والصنف القابل للإصابة Ananas-Yokneam، إلاّ أن المساحة التى يحتلها الفطر فى الصنف القابل للإصابة — بعد تقدم الإصابة — تبلغ ١٠٠ ضعف المساحة التى يحتلها فى السلالة المقاومة. ولوحظ التقدم فى تحلل خلايا العائل بعد

١٠٠ ساعة فى السلالة المقاومة، بينما لم يُلاحظ ذلك فى الصنف القابل للإصابة. ولقد لوحظ فى السلالة PI 124111 أن بعضًا من الخلايا التى وصلها الفطر والخلايا المجاورة لها كانت جدرها أسمك من العادى (Cohen وآخرون ١٩٨٧).

كما وجد ارتباط عالٍ بين نشاط البيروكسيديز ومقاومة نباتات الكنتالوب للفطر *P. cubensis*، وقد اقتُرح إمكان استخدام هذا الاختبار السريع فى الانتخاب المبدئى لمقاومة الكنتالوب لهذا الفطر (Reuveni وآخرون ١٩٩٠).

وأيضًا — وجد أن نشاط إنزيم البيروكسيديز يزداد مع الوقت بعد الإصابة بالفطر *P. cubensis* فى كل من نباتات الكنتالوب القابلة للإصابة والمقاومة. وتزداد نسبة نشاط الإنزيم فى الأوراق المصابة إلى نشاطه فى الأوراق غير المصابة — فى نفس النبات — مع الوقت فى النباتات القابلة للإصابة، إلاّ أن تلك النسبة لم يحدث بها تغيير مع الوقت — وكانت أقل — فى النباتات المقاومة. وقد اقتُرح — تأكيدًا لما سبق بيانه — إمكان استخدام نشاط البيروكسيديز كدليل أولى على المقاومة للبياض الزغبى فى الكنتالوب (Reuveni وآخرون ١٩٩٢).

كذلك فإن مقاومة الكنتالوب البرى PI 124111F العالية للفطر *P. cubensis*، ترتبط بزيادة نشاط الإنزيم glyoxylate aminotransferase فيه، وهو الذى يشفر لتمثيله الجينان: At 1، و At 2. وتؤدى زيادة التعبير عن هذين الجينين — بطرق الهندسة الوراثية — فى الأصناف القابلة للإصابة بالفطر إلى جعلها مقاومة (Benjamin وآخرون ٢٠٠٩).

التربية للمقاومة

إن كثيرًا من الأمور التى يأتى بيانها أدناه قد ورد ذكرها فيما سبق.

أمكن خلال أربعينيات القرن الماضى التعرف على أربعة أصناف أمريكية كانت على درجة عالية من المقاومة للبياض الزغبى، هى: Cuban Castilian، و Green Fleshed Rocky Dew، و Orange Fleshed Rocky Dew، و Smith's Parfect.

وفى تايوان أُنتج فى عام ١٩٧٤ الصنف العالى المقاومة Tainan 2 (وهو: PI 321005). وتُعد أهم مصادر المقاومة حاليًّا سلالتا الكنتالوب الشبكى PI 124111، و PI 124112 الهنديتان، اللتان استخدمتا فى برامج التربية للمقاومة للمرض فى الولايات المتحدة. وقد تميزت الأصناف التى استمدت مقاومتها منها (مثل MR-1 الذى حصَلَ على مقاومته من PI 124111) بدرجة عالية من المقاومة، حيث لم تظهر به — بعد عدواه بالفطر — سوى بقع صغيرة جدًّا صفراء اللون، ودون حدوث أى تجرثم للفطر. ولقد جرت محاولات لنقل المقاومة العالية من MR-1 إلى الخيار باستخدام تقنيات بيولوجية متقدمة، ولكن دون نجاح يذكر. وأفرزت جهود التربية إنتاج السلالة PI 124111F التى تتميز — إلى جانب مقاومتها للبياض الزغبى — بمقاومتها للسلالات 0، و1، و2 من الفطر المسبب للذبول الفيوزارى، إلاّ أن مقاومتها للبياض الزغبى لا تظهر فى حرارة تقل عن ١٥ °م. وعلى الرغم من كثرة جهود التربية فى هذا الشأن، فإنه لم يُنتج حتى ٢٠١١ صنف كنتالوب واحد مقاوم لجميع سلالات فطر البياض الزغبى (Lebeda & Cohen ٢٠١١).

التربية لمقاومة البياض الدقيقى

عُرِّف الفطر المسبب للبياض الدقيقى فى الكنتالوب والقرعيات الأخرى بأنه *Erysiphe cichoracearum*، وهو الذى تغير لاحقًا إلى *Sphaerotheca fuliginea*، ثم حديثًا إلى *Podosphaera xanthii*. وسيكون استخدامنا للمسميات الثلاثة حسبما ورد فى البحوث التى استعنا بها فى كتابة هذا الجزء.

هذا.. وتتعدد سلالات الفطر المرض؛ الأمر الذى نُشير إليه تحت دراسات مصادر ووراثة المقاومة.

التقييم للمقاومة

وُجد ارتباط جيد بين استجابة أقراص ورقية من الورقة الثالثة للكنتالوب للعدوى بالسلالة 1 من الفطر *S. fuliginea* — مُسبب مرض البياض الدقيقى — وبين مقاومة

النبات الكامل؛ بما يعنى إمكان استخدام تلك الطريقة فى التقييم للمقاومة للمرض بكفاءة (Cohen ١٩٩٣).

وعندما قُيم ٣٩ تركيبًا وراثيًّا (أصناف وسلالات وهجن) من الكنتالوب لمقاومة السلالتين 1، و 2 من الفطر *Sphaerotheca fulignea* مسبب مرض البياض الدقيقى.. وُجد أن قابلية الأوراق الفلقية للإصابة لا ترتبط بالضرورة بقابلية الورقة الحقيقية الثانية — فى حجرات النمو — أو قابلية النباتات البالغة — فى الحقل — للإصابة. هذا إلاّ أن المقاومة فى مرحلة الورقة الحقيقية الثانية فى حجرات النمو كانت عالية الارتباط بمقاومة النباتات فى الحقل. كما وُجد أن ٢٠ تركيبًا وراثيًّا مقاومًا للسلالة 1 فى مرحلة الأوراق الفلقية كانت — كذلك — مقاومة فى مرحلتى الورقة الحقيقية الثانية والنبات البالغ، ووجد الأمر ذاته بالنسبة لعشرة تراكيب وراثية تم عدواها بالسلالة رقم 2. يتبين مما تقدم أن التقييم فى مرحلة الأوراق الفلقية يفيد فى التعرف على التراكيب الوراثية المقاومة للسلالتين 1، 2 من الفطر، إلاّ إنه فى حالة ظهور إصابة فى تلك المرحلة من النمو يتعين تكرار التقييم فى مرحلة الورقة الحقيقية الثانية (Cohen & Eyal ١٩٩٥).

وتجدر الإشارة إلى أن المقاومة قد تتأثر بدرجة الحرارة، فقد وجد أن المقاومة للسلالة 1 من الفطر *S. fuliginea* فى سلالة الكنتالوب ANC57 هى مقاومة حساسة لدرجة الحرارة ويتحكم فيها جين واحد سائد. ففى حرارة ثابتة مقدارها ١٩ °م تظهر على السلالة أعراضًا طفيفة، لكن لا تظهر عليها أية أعراض فى حرارة ثابتة مقدارها ٢٦ °م . وتُظهر النباتات مقاومة إذا نُميِّت فى حرارة ١٩ °م، ثم عُرِّضت لحرارة ٢٦ °م بعد العدوى بالفطر، بينما تُصبح النباتات قابلة للإصابة إذا نُميِّت فى حرارة ٢١ °م، ثم عُرِّضت لحرارة ١٩ °م بعد العدوى. هذا... وتُظهر النباتات بعض القدرة على تحمل الإصابة إذا ما نُميِّت على حرارة ١٩، و٢٦ °م لمدة ١٢ ساعة لكل منهما بالتبادل. ويبدو أن جين المقاومة فى السلالة ANC57 يتأثر بجينات مُحوِّرة تستجيب لدرجة الحرارة (Torés وآخرون ١٩٩٦).

وقد أمكن التعرف على ٢٨ سلالة مفترضة من الفطر *Podosphaera xanthii* — مُسبب مرض البياض الدقيقى فى الكنتالوب — تتضمن ٨ من السلالة 1، و ٦ من السلالة 2. وأظهرت ستة أصناف مقاومة على صورة بثرات استجابة للعدوى الشديدة بالفطر (McCreight ٢٠٠٦).

مصادر ووراثة المقاومة

يحمل صنفا الكنتالوب PMR 45، و PMR 450 الجين السائد Pm-1 الذى يتحكم فى المقاومة للسلالة 1 من الفطر، ولكنهما قابلين للإصابة بالسلالة 2. أما المقاومة للسلالة 2 فقد وُجد أنها — فى مصادر أخرى للمقاومة — يتحكم فيها جين سائد جزئيًّا أُعطى الرمز Pm-2 بالإضافة إلى جينين محورين متفوقين على الجين Pm-2 (Bohn & Whitaker ١٩٦٤).

وقد تبين إنه إذا تواجد الجين Pm-1 مع الجين Pm-2 فإنهما يُكسبا النباتات مقاومة جيدة للفطر *E. cichoracearum*، لكن الجين Pm-2 — وحده — لا يُعطى مقاومة للفطر. أما السلالة PI 124111 فإنها تحمل جين واحد سائد يُكسب النباتات مقاومة عالية للفطر، وقد أُعطى الرمز Pm-3. وأما الصنف Seminole فإنه يحمل جينان آخران للمقاومة أعطيا الرمزين Pm-4، و Pm-5 (Harwood & Markarian ١٩٦٨ ب).

كما ذُكِرَت ثلاثة جينات أخرى سائدة لمقاومة نفس الفطر (*S. fuliginea*)، يعتقد بأنها توفر المقاومة للسلالة رقم ١، وهى Pm-3 (يتوفر فى السلالة PI 124111)، و Pm-4، و Pm-5 (يتوفران فى الصنف Seminole) الذى أسلفنا الإشارة إليه (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦). إلا أن Cohen & Cohen (١٩٨٦) ذكرا أن السلالة PI 124111 تقاوم للسلالة رقم ٢ من الفطر، وأن المقاومة يتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غير تامة.

وإلى جانب الجينات الخمسة السابقة.. اكتشف McCreight وآخرون (١٩٨٧) سبعة جينات إضافية لمقاومة السلالتين ١و٢ من نفس الفطر، هى كما يلى:

(١) جين متنح يوفر المقاومة للسلالة رقم ١، وليس آليليًّا للجين Pm-1، ويوجد فى النسل رقم 92417.

(٢) جين آخر متنح يوفر المقاومة للسلالة رقم ١ كذلك، وهو آليلى للجين المتنحى السابق، ولكن لا يعرف إذا ما كان الجينيان متطابقين.

(٣) ستة جينات أخرى للمقاومة للسلالة رقم ٢ تتوفر فى كل من النسل رقم 92417 والسلالة PI 414723، و WMR 29.

إلا أن الباحثين لم يدرسوا العلاقة الآليلية بين هذه الجينات السبعة والجينات الخمسة السابقة.

كذلك وُجد أن المقاومة للفطر *E. cichoracearum* فى صنف الكنتالوب Seminole يتحكم فيها جينان — أحدهما سائد سيادة تامة والآخر سائد جزئيًّا — مع جين محور واحد على الأقل، وكانت درجة توريث المقاومة على النطاق العريض ٦٧٪ (Harwood & Markarian ١٩٦٨أ).

وتتوفر المقاومة للسلالة 2 من الفطر *S. fuliginea* فى السلالة PI 124111 من *C. melo*، وقد وجد أن تلك المقاومة يتحكم فيها جين واحد ذات سيادة غير تامة (Cohen & Cohen ١٩٨٦أ).

وتبين — لدى اختبار ٤٣ صنفاً وسلالة من الكنتالوب لمقاومة الفطر *S. fuliginea* — أن ٢٣ منها كانت مقاومة للسلالة رقم ١ من الفطر، وأن ١١ أخرى كانت مقاومة لسلالتى الفطر رقمى١، و٢، ولكن لم تكن أى منها مقاومة لسلالة الفطر رقم ٢ وقابلة للإصابة بالسلالة رقم ١ (Cohen & Eyal ١٩٨٨). وأكد الباحثان أن الجينات السائدة المسئولة عن المقاومة لسلالة الفطر رقم ١ تتوفر على النحو التالى: Pm-1 فى الصنف PMR 45، و Pm-3 فى السلالة PI 124111، و Pm-4 فى السلالة PI 124112. كما أكد الباحثان — أيضًا — أن المقاومة التى تتوفر ضد سلالة الفطر رقم ٢ فى سلالتى الكنتالوب PI 124111، و PI 124112 هى سائدة جزئيًّا.

وفى دراسة وراثية أخرى استخدمت فيها السلالة PI 124111 كمصدر لمقاومة سلالتى الفطر رقمى ١، و٢.. وجد Kenigsbuch & Cohen (١٩٨٧، و١٩٨٩) أن مقاومتها لسلالة الفطر رقم ١ يتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز Pm-3، بينما مقاومتها لسلالة الفطر رقم ٢ يتحكم فيها جين آخر ذو سيادة غير تامة أعطى الرمز Pm-6، ولم يكن هذان الجينان مرتبطين.

وقد أشار Abiko & Ishii (١٩٨٣) إلى ظهور سلالة أو سلالات جديدة من الفطر المسبب للمرض قادرة على إصابة الأصناف القابلة للإصابة (مثل: Earl's Favorite)، والمقاومة (مثل: Sunrise وغيره) على حد سواء.

كذلك دُرست وراثة المقاومة للسلالتين 1، و2 من الفطر *S. fuliginea* فى عدد من مصادر المقاومة من *C. melo*، ووجد ما يلى:

١- احتوت السلالة 92417 على جين متنحٍ للمقاومة للسلالة 1 من الفطر ليس آليليًّا للجين Pm-1.

٢- احتوت سلالة التربية WMR29 على جين للمقاومة للسلالة 1 من الفطر آليلى للجين المتنحى الذى تحمله السلالة 92417.

٣- لم يُعرف إن كان الجينان متماثلين أم غير متماثلين.

٤- ميَّزت السلالات PI 414723، و 92417، و WMR29 من *C. melo* بين عزلات الفطر من السلالة 2.

٥- أظهرت التلقيحات بين سلالات *C. melo* الثلاث وجود ٦ جينات جديدة لمقاومة السلالة 2 من الفطر (McCreight وآخرون ١٩٨٧).

وكذلك دُرست وراثة المقاومة للفطر *S. fuliginea* فى سلالتى الكنتالوب PI 124111F، و PI 124112، والصنف PMR 6، وذلك بالتلقيح بينها وبين الصنف القابل للإصابة Ananas-Yokhneam، ووجد ما يلى:

١- تحمل السلالة PI 124112 جينين للمقاومة، هما: الجين السائد Pm-5، والجين السائد جزئيًّا Pm-4، اللذان يتحكمان فى المقاومة لسلالتى الفطر1 ، و 2، على التوالى.

٢- يتحكم فى المقاومة للسلالتين 1، و2 من الفطر فى سلالة الكنتالوب PI124111F الجين السائد Pm-3 والجين السائد جزئيًّا Pm-6، على التوالى.

٣- يحمل الصنف PMR 6 جينا المقاومة: السائد Pm-1 والسائد جزئيًّا Pm-2 (بالإضافة إلى جينات محورة)، وهما المسئولان عن المقاومة للسلالتين 1، و2 من الفطر، على التوالى.

وبذا.. فإنه لا توجد جينات مشتركة للمقاومة للفطر بين أى من هذه المصادر الثلاثة (Kenigsbuch & Cohen ١٩٨٩، و١٩٩٢ب).

وقد تبين أن المقاومة للسلالة 2 من الفطر *Sphaerotheca fuliginae* — فى صنف الكنتالوب الأمريكى Tamuvalde بسيطة وسائدة، وذلك فى تلقيح مع الصنف شهد الدقى (El-Doweny وآخرون ١٩٩٣).

وفى محاولة لفهم العلاقات بين مختلف جينات المقاومة.. ذُكر أن الصنف PMR 45 يحمل جين واحد سائد يتحكم فى المقاومة للسلالة 1 من الفطر *S. fuliginea*، ويحمل الصنف WMR29 جينين سائدين يتحكم أحدهما فى المقاومة للسلالة 1، ويتحكم الآخر فى المقاومة للسلالة 2 من نفس الفطر، ويبدو أن هذين الجينين مرتبطان. وأما الصنف PM 45 فإنه يحمل جين سائد (أو ثلاثة من الجينات الشديدة الارتباط) يتحكم فى المقاومة للسلالتين 1، و 2 من الفطر *S. fuliginea* والسلالة Ec من الفطر *Erysiphe cichoracearum*، بالإضافة إلى جين مُكمل لمقاومة السلالة 1 من الفطر الأول (*S. fuliginea*)، وجين آخر مكمل لمقاومة السلالة Ec. وتحمل السلالة PI 124112 جين سائد أو جينان مكملان لبعضهما البعض يتحكمان فى المقاومة للسلالتين 1، و 2 من الفطر *S. fuliginea*، وجينان آخران مكملان لبعضهما البعض يتحكمان فى المقاومة للسلالة Ec. وأما الصنف Nantais Oblong فيحمل جين واحد سائد يتحكم فى المقاومة للسلالة Ec (Epinat وآخرون ١٩٩٣).

كذلك دُرست وراثة المقاومة للسلالة 1 من الفطر *S. fuliginea* فى ثلاثة أصناف من الكنتالوب، هى: Negro، و Amarillo، و Moscatel Grande، ووجد ما يلى: احتوى الصنف Negro على جين واحد سائد للمقاومة (Pmx)، وتحكم فى مقاومة الصنف Amarillo جين واحد بصورة أساسية، بينما بدا أن مقاومة Moscatel Grande يتحكم فيها زوجان من الجينات (Pmy، و Pmz). هذه الجينات الأربعة تختلف عن بعضها البعض، كما أظهرت اختبارات الآليلية أن الجين الموجود فى Negro يختلف عن الجينات التى سبق ذكر وجودها فى PMR 5، و PI 124111، و PI 124112. كذلك فإن الجين الرئيسى الذى يوجد فى Amarillo يختلف عن تلك التى يحملها PMR 5، و PI 124111، وأن الجينان اللذان يحملهما Moscatel Grande يختلفان عن الجين الذى يوجد فى PMR 5 (Floris & Alvarez ١٩٩٥)، هذا.. علمًا بأن جينات المقاومة للسلالة 1 من الفطر فى الصنفين PMR 45، و PMR 5، وفى السلالتين PI 124111، و PI 124112 هى تلك الموضحة فى جدول (٢-١).

جدول (٢-١): جينات المقاومة للسلالة 1 من الفطر *S. fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى (Floris &Alvarez ١٩٩٥).

الجين	الصنف أو السلالة	الوراثة
Pm 1	PMR 45	سائد
Pm A	PMR 45	سائد
Pm 1	PMR 5	سائد
PMD & PMC	PMR 5	سيادة مشتركة
Pm 1	PMR 6	سائد
Pm 3	PI 124111	سائد
Pm 5	PI 124112	سائد
Pm C	PI 124112	سائد

ولقد أظهرت السلالة PI 124112 من *C. melo* مقاومة لجميع السلالات التى تم اختبارها لمقاومتها من كل من الفطرين *Sphaerotheca fuliginea*، و *Erysiphe*

cichoracearum، وتبين أنها تحمل ٤ جينات للمقاومة. أحد هذه الجينات يتحكم فى مقاومة السلالتين 1، و 2 من *S. fuliginea*، وجين آخر يتحكم فى المقاومة للسلالات 1، و2، و 4 من *S. fuliginea* ولسلالات الفطر *E. cichoracearum* (٣ سلالات)، بينما تحكم جين واحد فى المقاومة للفطر *E. cichoracearum* وليس للفطر *S. fuliginea*. وجميع هذه الجينات تقع فى عنقود على امتداد ٢٢ سنتى مورجان (Bardin وآخرون ١٩٩٩).

ووجدت المقاومة لكل من الفطر *Sphaerotheca fuliginea* والمن فى سلالة الكنتالوب Harukei No. 3. وبينما يتحكم فى المقاومة للبياض الدقيقى زوجين من الجينات أحدهما ذو سيادة تامة والآخر ذو سيادة جزئية، مع تفوق الأول على الثانى، فإن المقاومة للمن يتحكم فيها جين واحد سائد (Saito وآخرون ٢٠٠٠).

ولقد أظهرت دراسة على وراثة المقاومة للسلالات 1، و 2، و 5 من الفطر *Podosphaera xanthii* — مسبب مرض البياض الدقيقى فى الكنتالوب — استخدمت فيها السلالة TGR-1551، أن المقاومة يتحكم فيها زوجان من الجينات المستقلة، أحدهما سائد والآخر متنحى، بما يعنى أن المقاومة يتحكم فيها نظام تفوق سائد/متنحى (Yuste-Lisbona وآخرون ٢٠٠٩). وقد أمكن التعرف على ثمانى واسمات AFLP ترتبط بالجين السائد للمقاومة فى تلك السلالة (Yuste-Lisbona وآخرون ٢٠١١).

وحديثًا .. ظهرت سلالة جديدة من الفطر *Podosphaera xanthii* (سابقًا: *Sphaerotheca fuliginea*) — مسبب مرض البياض الدقيقى فى الكنتالوب — أُعطيت الرمز S. تعد هذه السلالة قادرة على إصابة كل أصناف الكنتالوب التجارية المقاومة. ولقد وُجدت المقاومة لتلك السلالة الفطرية فى سلالة الكنتالوب PI 313970 من *C. melo* var. *acidulus*، وتبين أن تلك المقاومة متنحية ويتحكم فيها جين واحد أُعطى الرمز pm-S. وتجدر الإشارة إلى أن السلالة PI 313970 مقاومة — كذلك — لسلالات *P. xanthii*: 1، و2، و2U.S.، و3، و3.5، و 4.5، و5 إلا أن العلاقة بين

الجينات المتنحية والمشتركة السيادة codominant التى تتحكم فى المقاومة لتلك السلالات والجين pm-S لم تتحدد (McCreight & Coffey ٢٠١١).

هذا.. ويزيد التباين الوراثى غير الإضافى على التباين الإضافى فى وراثة المقاومة للبياض الدقيقى فى الكنتالوب (Shashikumar وآخرون ٢٠١١).

وأمكن التعرف على اثنتان من الـ QTL لمقاومة الفطر *P. xanthii* فى صنف الكنتالوب AR 5 عالى المقاومة (Fukino وآخرون ٢٠٠٨).

كما أمكن تحديد واسمة AFLP ترتبط بالجين Pm-1 المسئول عن المقاومة للسلالة 1 من الفطر *P. xanthii*. هذا الجين نُقل من سلالة الشارانتيه AF 125 ذات اللب البرتقالى إلى سلالة تربية شهد العسل AF 425-6 ذات اللب الثمرى الأصفر، حيث أُنتجت السلالة المقاومة AF 426-R، كما وجد أن هذا الجين يرتبط بواسمة الـ AFLP M75/H35_155 (Teixeira وآخرون ٢٠٠٨).

كذلك تتوفر المقاومة للبياض الدقيقى فى سلالة الكنتالوب Ano2، وهى مقاومة بسيطة وسائدة، أُعطى الجين الذى يتحكم فيها الرمز Pm-AN، وهو يقع على الكروموسوم ٥ بين الواسمتين الوراثيتين RPW، و MRGH63B، على بعد ١,٤–١,٨، و١,٦–٢,٠ سنتى مورجان منهما، على التوالى (Wong وآخرون ٢٠١١).

وفى دراسة أخرى.. وجد أن مقاومة صنف Edisto 47 للسلالة Px1A من الفطر *P. xanthii* يتحكم فيها زوجان من الجينات السائدة، وتبين علاقتهما باثنتان من الـ QTLs على كل من المجموعتين الكروموسوميتين LGII، و LGV. وبالمقارنة.. وجد أن مقاومة الصنف Edisto 47 للسلالة Px1B من الفطر ذاته يتحكم فيها جين واحد سائد يقع بالمجموعة الكروموسومية 2 (Ning وآخرون ٢٠١٤).

ويتحكم فى المقاومة للسلالة 2F من الفطر *Podosphaera xanthii* التى تتوفر فى السلالة K7-1 من *C. melo* جين واحد سائد أُعطى الرمز Pm-2F. وقد أمكن التعرف على اثنتان من واسمات الـ SSR اللتان حددتا موقع هذا الجين على الكروموسوم 2.

وقد تبين أن جزء كروموسوم الكنتالوب الحامل للجين Pm-2F مماثل homologus لمنطقة كروموسومية على الكروموسوم 1 فى الخيار، وهى التى وجد أنها تحمل نفس الجين Pm-2F (Zhang وآخرون ٢٠١٣).

تلخيص لمصادر ووراثة المقاومة

ذُكر وجود عدة جينات سائدة تتحكم فى المقاومة للبياض الدقيقى، إلاّ أن العلاقة بين تلك الجينات لم تتضح بشكل جيد. وقد تبين من دراسات الارتباطات، وبعد التعرف على QTLs فى عدة تلقيحات أن تلك الجينات تتوزع على ست مجموعات ارتباطية.

فى البداية ذُكر وجود جين واحد سائد Pm-1 يتحكم فى المقاومة للفطر *Erysiphe cichoracearum* فى الصنف PMR 45، إلاّ أن الفطر المسبب للمرض كان — حقيقة — *Podosphaera xanthii*. ويُعتقد بأن الجين Pm-1 هو ذاته الجين Pm-A الذى يتحكم فى المقاومة للسلالة 1 من *P. xanthii* فى PMR 45، وقد تبين أن هذا الجين يقع فى المجموعة الارتباطية IX.

وقد ذُكر جينًا آخر أُعطى الرمز Pm-x يتحكم فى المقاومة للسلالتين 1، و 2 — على الأقل — من الفطر *P. xanthii* فى السلالة PI 414723، وتبين أن الجين يقع فى المجموعة الارتباطية II، ويرتبط بكل من الجين Zym لمقاومة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر والجين a الذى يتحكم فى صفة الـ andromonecy.

ووُجد جين ثالث سائد — أُعطى الرمز Pm-w — فى سلالة الكنتالوب WMR 29، ويتحكم فى المقاومة للسلالات 1، و2، و3 من الفطر *P. xanthii*. ومن المعتقد أنه يتماثل مع جين آخر سبق إعطاؤه الرمز Pm-B. ويقع الجين Pm-w فى المجموعة الارتباطية V (سابقًا: 2)، ويرتبط بشدة مع الجين Vat.

كذلك وُجِدَ جينين سائدين فى السلالة PI 124112 أُعطيا الرمزين Pm-4، و Pm-5. وقد يتماثل هذان الجينان مع جينين ذُكر وجودهما فى نفس السلالة PI 12411، وأُعطيا الرمزين PmV.1، و PmXII.1. وبينما يتحكم الجين PmV.1 فى

المقاومة للسلالات 1، و 2، و 3 من الفطر *P. xanthii* ويقع فى المجموعة الارتباطية V، ويرتبط بشدة بالجين Vat؛ فإن الجين PmXII.1 يتحكم فى المقاومة للسلالات 1، و 2، و5 من نفس الفطر، والسلالة 1 من الفطر *Golovinomyces cichoracearum*، ويقع فى المجموعة الارتباطية XII. والجين الأخير قد يتماثل مع واحد من الجينين Pm-F، و Pm-G اللذان ذُكر تفاعلهما للتحكم فى المقاومة للفطر *G. cichoracearum* فى السلالة PI 124112.

كان قد ذُكِرَ وجود جينين: Pm-1، و Pm-2 فى الصنف PMR 5، وقد أوضحت دراسات الآليلية أن PMR 5 يحمل نفس الجين مثل PMR 45 للتحكم فى السلالة 1 من *P. xanthii*. وأغلب الظن أن Pm-2 يتماثل مع Pm-C الذى يتحكم فى المقاومة للسلالة 2 عند تفاعله مع Pm-1. وكان قد ذُكر تفاعل جينين — هما Pm-C (Pm-2=)، و Pm-E — فى الصنف PMR 5 للتحكم فى المقاومة للفطر *G. cichoracearum*. وقد أمكن التعرف على اثنتان من الـ QTLs للمقاومة للسلالتين 1، و N1 من الفطر *P. xanthii* ويقعان فى المجموعتين الارتباطيتين II، و XII. ويُعتقد بأن مقاومة السلالة PMAR No. 5 (=AR 5) — التى حُصل عليها من سلالة مقاومة للمن مع التلقيح الرجعى للصنف PMR 5 — قد تختلف عن مقاومة PMR 5 الأصلية.

كما ذُكر وجود جين واحد سائد للمقاومة فى السلالة PI 124111، أُعطى الرمز Pm-3، وذُكر وجود جين آخر فى نفس السلالة — أُعطى الرمز Pm-6 — مستقل عن الجين Pm-3، ويتحكم فى المقاومة للسلالة 2 من الفطر *P. xanthii*.

أما مقاومة السلالة الهندية PI 134198 لسلالة *P. xanthii* الصينية، فإنه يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Pm-8 ويقع فى المجموعة الارتباطية VII.

وذُكر أن مقاومة السلالة TGR-1551 للسلالات 1، و2، و5 من الفطر *P. xnathii* يتحكم فيها زوجان من الجينات المستقلة أحدهما سائد والآخر متنحٍ، وكل منهم يكسب

النباتات مقاومة للسلالات الثلاث. وقد تبين أن الجين السائد Pm-R يقع فى المجموعة الارتباطية V ويرتبط بشدة مع كل من الجينين Vat، و Pm-w أما الجين المتنحى فقد اقتُرِح وجوده فى المجموعة الارتباطية VIII.

كذلك ذُكر أن المقاومة للفطر *P. xanthii* فى السلالة PI 313970 أو 90625 يتحكم فيها جينات سائدة وذات سيادة مشتركة ومتنحية. وتبين بعد ذلك أن مقاومة سلالة الكنتالوب PI 313970 للسلالة S من الفطر *P. xanthii* يتحكم فيها جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز pm-S. ولا تُعرف العلاقة بين هذا الجين والجينات الأخرى التى سبق ذكرها فى PI 313970 (عن Dogimont ٢٠١١).

هذا.. ويبين جدول (٢-٢) مصادر وجينات المقاومة للبياض الدقيقى، ومصادر المقاومة المشتركة للبياض الدقيقى مع كل من المقاومة للبياض الزغبى والذبول الفيوزارى ولفحة أوراق الترناريا.

طبيعة المقاومة

وُجد أن جذور الكنتالوب تستجيب تشريحيًّا وهستولوجيًّا للعدوى بالفطر *S. fuliginea* — مسبب مرض البياض الدقيقى — بصورة متماثلة سواء أكانت تحمل جين المقاومة pm-1 (كما فى PMR-45)، أم Pm-2 (كما فى PMR-6)، أم Pm-3 (كما فى PI 124111F)، أم Pm-4 (كما فى PI 124112)، أم Pm-5 (كما فى PI 124112)، أم Pm-6 (كما فى PI 124111F) (Cohen وآخرون ١٩٩٠).

وقد ذُكِرَ أن مقاومة السلالة PI 124111 من *C. melo* للفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى مردها إلى أنها تحد من إنبات الجراثيم الكونيدية للفطر على سطح الورقة، وتحد من تكوين مستعمرات فطرية، ومن تجرثم الفطر، مقارنة بما يحدث فى الأصناف القابلة للإصابة مثل Ananas Yokneam (Cohen & Cohen ١٩٨٦ب).

جدول (٢-٢): مصادر المقاومة للبياض الدقيقى وبعض الأمراض الأخرى فى الكنتالوب (Lebeda & Cohen ٢٠١١).

المصدر	بلد الموطن	المقاومات	جينات المقاومة
C. melo (PI 124111/PI 124111F)	الهند	البياض الزغبى البياض الدقيقى الذبول الفيوزارى	Pc-1, Pc-2, Pm-3, Pm-6
C. melo (PI 124112)	الهند	البياض الزغبى البياض الدقيقى	Pc-1, Pc-3, Pm-4, Pm-5
C. melo var. *acidulous* (PI 200819)	بورما	البياض الزغبى الذبول الفيوزارى	؟
C. melo (PI 321005)	تايوان	البياض الزغبى لفحة الساق الصمغية	؟
C. melo (السلالة MR-1 المستمدة من PI 124111)	الولايات المتحدة	البياض الزغبى البياض الدقيقى الذبول الفيوزارى لفحة ألترناريا	Pc-1, Pc-2, Pm-3, Pm-6, Fom-1, Fom-2, Ac
C. melo var. *agrestis* (CGN 2365)	كينيا	البياض الزغبى	

ويُستدل من دراسة استُخدِم فيها الميكروسكوب الإليكترونى أن أصناف وسلالات *C. melo* المقاومة للفطر *S. fuliginea* تنهار فيها خلايا البشرة سريعًا بعد اختراق الفطر لها، مع حدوث تراكم لترسبات شبيهه بالكالوز Callose فى الجدر الخلوية وحول الممصات haustoria، وترسبات معتمة بالأغشية البلازمية وبين الجدر الخلوية والأغشية البلازمية. وقد تشابهت تلك الأعراض فى جميع مصادر المقاومة، والتى حملت جينات المقاومة Pm-1 (كما فى PMR-45)، و Pm-2 (كما فى PMR-6)، و Pm-3 (كما فى PI 124111)، وPm-4 (كما فى PI 124112)، و Pm-5 (كما فى PI 124112)، و Pm6- (كما فى PI 124111F) (Cohen وآخرين ١٩٩٠).

أصناف الكنتالوب التجارية المقاومة للبياض الدقيقى

من بين أصناف الكنتالوب التجارية المتحملة أو المقاومة للبياض الدقيقى، ما يلى:

الشركة المنتجة	الصنف	المقاومة أو التحمل	سلالات الفطر
Asgrow	Caravelle	متوسط المقاومة	1، 2
	Cristobal	مقاوم	1
	Don Carlos	متوسط المقاومة	1، 2
	Edisto	مقاوم	1
	Hiline	مقاوم	1
	ImPac	متوسط المقاومة	1، 2
	Laguna	مقاوم	1، 2
	Marco Polo	مقاوم	1
	Mission	متوسط المقاومة	1، 2
	TopPowdery Mildewark	مقاوم	1، 2
Harris Moran	All Start	متحمل	1، 2
	Daybreak (Honeydew)	متحمل	1
	Early Dawn	متحمل	1
	Fantasma (Honeydew)	متحمل	1، 2
	HM 5581	متحمل	1
	HMX 0586	متحمل	1
	HMX 4595 (Honeydew)	متحمل	1
	Honey Gold (Honeydew)	متحمل	1
	Moonbean (Honeydew)	متحمل	1، 2
	Morning Ice (Honey Dew)	متحمل	1

يتبع

تابع:

الشركة المنتجة	الصنف	المقاومة أو التحمل	سلالات الفطر
	Shooting Start	متحمل	1
	Start Fire	متحمل	2،1
	Sugar Bowl	متحمل	2،1
Rogers Seeds	Apollo	متحمل	2،1
	Athena	متحمل	2،1
	Acclaim	متحمل	1
	Galileo	متحمل	1
	(طراز جاليا)		
	Honey King	متحمل	1
	(Honey Dew)		
	Sol Real	متحمل	2،1
Sakata Seeds	Bolero	متحمل	
	Honey Brew	متحمل	
	(Honeydew)		
	SME 6121	متحمل	2،1
	SME 7123	متحمل	
	SME 7124	متحمل	
	SME 7125	متحمل	
	Temptation #1		
	Gold Coast	متحمل	2،1
	Olympic Gold		2،1
	Oro Duro	متحمل	2،1
	Western Gold	متحمل	2،1
	Western King	متحمل	1
	Western Sunrise	متحمل	1
Sunseeds	Creme de Menthe	متحمل	
	(Honey Dew)		
	Desert Queen	متحمل	

يتبع

تابع:

الشركة المنتجة	الصنف	المقاومة أو التحمل	سلالات الفطر
	Honey Start (Honeydew)	متحمل	1، 2
	Rocio (Honeydew)	متحمل	1
	Sundew (Honeydew)	متحمل	2
	SXM 7066 (Honeydew)	متحمل	1، 2
	SXM 7119	متحمل	2
	Desert Gold	متحمل	
	Iron Horse	متحمل	
	Mainpak	متحمل	
	Voyager	متحمل	1
	Odyssey	متحمل	2
	SXM 7057	متحمل	1، 2
	SXM 7061	متحمل	1، 2

ومن بين الأصناف التى قيمت فى مصر وأظهرت درجة عالية من المقاومة للإصابة الطبيعية بالبياض الدقيقى كل من: Edisto، و No. 45-SJ (وكلاهما من إنتاج شركة Asgrow للبذور)، بينما أصيبت جميع الأصناف الأخرى المختبرة (أبحاث غير منشورة للمؤلف ١٩٧٤).

التربية لمقاومة لفحة أوراق ألترناريا

تتوفر صفة المقاومة للفطر *Alternaria cucumerina* — مسبب مرض لفحة أوراق ألترناريا — فى السلالة MR-1 من الكنتالوب، ويتحكم فيها جين واحد سائد، أُعطى الرمز Ac (Thomas وآخرون ١٩٩٠).

كما وجدت المقاومة للفطر *A. cucumerina* فى سلالة الكنتالوب AC82-37-2، وأظهر التحليل الوراثى أن تأثيرات الإضافة والسيادة للجينات المتحكمة فى المقاومة كانت جوهرية جدًّا، مع وجود تأثيرات تفوق كذلك (Boyhan & Norton ١٩٩٢).

وقد أمكن تحديد اثنتان من الـ QTLs فسرتا ٣٣٫٩٪ من التباين فى حجم البقع المرضية التى يحدثها الفطر *Alternaria cucumerina* مسبب مرض لفحة أوراق ألترناريا فى الكنتالوب، كما أمكن التعرف على عدة جينات محتملة للمقاومة فى نطاق هاتين الـ QTLs (Daley وآخرون ٢٠١٧).

التربية لمقاومة العفن الفحمى

أُجرى تقييم لمقاومة سلالات من النوع *C. melo* للفطر *Macrophomina phaseolina* مسبب مرض العفن الفحمى charcoal rot، شمل ٩٧ سلالة، وذلك باستخدام طريقة العدوى بالوخز بعود الأسنان toothpick الملوث بالفطر فى طور البادرة. وأظهر التقييم مقاومة بادرات سبع سلالات من مجاميع نباتية مختلفة، شملت: سلالة كنتالوب من إسرائيل، وسلالة *conomon* من كوريا، وسلالتان *agrestis*، وسلالة من *acidulous* من أفريقيا، وسلالتان *dudaim* من الشرق الأوسط. وقد تباينت نباتات الجيل الأول للتلقيح بين هذه السلالات وأخرى قابلة للإصابة بين القابلية للإصابة والمقاومة العالية، والأخيرة كانت من تلقيحات مع سلالتى *agrestis* المقاومتين. ويعنى ذلك تباين الأساس الوراثى للمقاومة بين مختلف المصادر (Ambrósio وآخرون ٢٠١٥).

التربية لمقاومة الفطر *M. roridum*

يُفرز الفطر *Myrothecium roridum* — مسبب مرض تبقع الأوراق فى الكنتالوب — السُمّ roridin E، الذى تختلف حساسية الأصناف له حسب مدى مقاومتها للفطر. ويُعتقد بأن هذا السُمّ يمكن استخدامه بكفاءة كوسيلة للتقييم للمقاومة فى مزارع معلقات الخلايا، وأن قياسات الفلورة fluorescence قد تكون مفيدة فى تقييم جيرمبلازم الكنتالوب لمقاومة الفطر (Healey وآخرون ١٩٩٤).

التربية لمقاومة الذبول البكتيرى

وُجد عندما قُيم ١٠ أصناف من الكنتالوب لمدى قابليتها للإصابة بالبكتيريا *Erwinia tracheiphila* مسبب مرض الذبول البكتيرى أن شدة الإصابة ترتبط بمدى

جاذبية الصنف لخنفساء الخيار المخططة *Acalymma vittatum* الناقلة للبكتيريا (Brust & Rane ١٩٩٥).

التربية لمقاومة تلطخ الثمار البكتيرى

اختبرت مقاومة ٣٣٢ صنفًا وسلالة من *Cucumis* spp. للبكتيريا *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* – مسببة مرض تلطخ الثمار البكتيرى فى القرعيات – وكانت معظمها شديدة القابلية للإصابة، إلاّ أن عدة سلالات أظهرت مستوى منخفضًا من المقاومة، وكانت أعلاها مقاومة (اختلفت جوهريًّا عن الكنترول) السلالات PI 353814، و PI 381171، و PI 536573، و PI 614401 من *C. melo*، و PI 504558 من *C. ficifolius* (Wechter وآخرون ٢٠١٦).

التربية للمقاومة المتعددة للأمراض

وُجد أن النوع البرى *Cucumis figarei* يحتوى على مقاومة مطلقة absolute لكل من فيرس موزايك الخيار المتبرقش بالأخضر cucumber green mottle mosaic virus (اختصارًا: CGMMV) والذبول الفيوزارى، ومستوى عالٍ من المقاومة للبياض الزغبى، بينما كان *C. melo* var. *momordica* (يسمى بالإنجليزية phoot أو *snapmelon*، وهو ليس حلوًا) مقاومًا بدرجة عالية للبياض الزغبى، ومقاومًا للـ GGMMV، ومتوسط المقاومة للذبول الفيوزارى (Pan & More ١٩٩٦).

ولقد أُنتجت سلالة كنتالوب مُتعددة المقاومة للأمراض بعد الانتخاب لسبعة أجيال من السلالة PI 124111، وأُعطيت الاسم PI 124111F. تقاوم هذه السلالة كلاًّ من الطراز الباثولوجى 3 من الفطر *Pseudoperonospora cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى، والسلالتين1، و 2 من الفطر *Sphaerotheca fuliginea* مُسبب مرض البياض الدقيقى، والسلالات 0، و1، و2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* مُسبب مرض الذبول الفيوزارى. وهذه السلالة وحيدة الجنس وحيدة المسكن وثمارها رديئة الصفات (Cohen & Eyal ١٩٨٧).

وأمكن إنتاج أربع سلالات وثلاث هجن من الكنتالوب مقاومة للفطر *M. cannonballus* مسبب مرض الذبول الفجائى، بينما كانت سلالة واحدة (هى PI 414723) ذات مقاومة عالية للبياض الدقيقى. وقد انتخبت السلالات الأربع (هى: Tuyona، و Saxovot، و Wondate، و PI 414723 لاستعمالها كأصول جذرية مقاومة لكل من السلالة 1 من فطرى الذبول الفيوزارى والذبول الفجائى. وكان قد ذُكر أن السلالة PI 414723 مقاومة لكل من البياض الدقيقى، و ZYMV، و CABYV، ومن القطن، والذبول الفيوزارى، وPRSV. كما أظهرت تلك السلالة أعلى مستوى من المقاومة للفطر *M. cannonballus* (Park وآخرون ٢٠١٤).

هذا.. وتتوفر المقاومة للأمراض فى أصناف مختلف طرز الكنتالوب، كما يلى (عن Blancard وآخرين ١٩٩٤):

الطراز	الصنف	المقاومات [أ]
الشارانتيه الناعم	68-02	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Acor	F0, F1, Fn
	Alpha	F0, F1, Fn
	Athos	F0, F1
	Bastion	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Cantalun	F0
	Cantor	F0, F1, Fn
	Carlo	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec, Fn
	Charmel	F0, F1, F1-2, Sf1, Sf2
	Costade	F0, F1, Fn
	Cristel	F0
	Cristo	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Delta	F0, F1, Fn
	Diamex	F0, Ec
	Domus	F0, F1
	Doublon	F0, Fn

يتبع

تابع:

الطراز	الصنف	المقاومات [أ]
	Fusano	F1, Sf1, Sf2, Ec
	Galoubet	F0, F1
	Garrigue	F0, F1, Ec, Fn
	Glanum	F1, Sf1, Sf2, Ec
	Hermes	F0, F1
	Ido	F0, Sf1
	Jador	F0, F1, F1-2, Sf1, Sf2, Fn
	Jerac	F0, F1, Fn
	Jet	F0, F1, Ec, Fn
	Jivaro	F0, F1
	Laro	F0, F1, Fn
	Luberon	F0, F1
	Maestro	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Margot	F0, F1, Ag
	Orlinabel	F0
	Paradou	F0, F1
	Pharo	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Preco	F0, F1
	Presto	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec, Fn
	Prior	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Santon	F1
	Savor	F0, F1, Ec
	Soldor	F0, F1, F1-2, Sf1, Sf2
	Tabor	F0, F1
	Talma	F0, F1, Fn
	Troubadour	F0, F1
	Vedrantais	F0
	Viva	F0, F1
	Accent	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Alienor	F0, F1, Fn
	Bolero	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec, Fn
	Comet	Sf1, Sf2, Ec

يتبع

تابع:

الطراز	الصنف	المقاومات [أ]
الشارانتيه الشبكى	Concorde	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec, Fn
	Fiesta	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Gama	F0, F1, Fn
	Haros	F0, F1
	Mab	F0, F1, Fn
	Orus	F0, F1
	Oscar	F0, F1, Fn
	Pallium	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Pancha	F0, Sf1, Sf2, Ec
	Panchito	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Ramon	F0, F1
	Rasto	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Romeo	F0, Sf1, Fn
	Sierra	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Sprint	F0, Fn (Disi)
	Sucdor	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
الطرز المطاولة الشبكية	Bredor	F1, Fn
	Calipso	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec, Fn
	Dogo	F1, Fn
	Elton	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Euromarket	F0, Ec
	Fiata	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Fox	F0, F1, Fn
	Lothar	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Mambo	F0, F1, Fn, Ag
	Pacio	F0, F1
	Parsifal	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	Relord	F0, F1, Fn
	Retor	F0, F1, Fn
	Soleado	F0, F1, Sf1, Sf2, Ec
	supermarket	Sf1, Sf2, Ec
الكرز الكروية الشبكية	Durango	F0, Sf1, Sf2, Ec
	Fastoso	F0, F1, Fn
	Hymark	Sf1, Sf2, Ec

يتبع

تابع:

الطراز	الصنف	المقاومات [أ]
	Topscore	Sf1, Sf2, Ec
الكنارى	Amber	F1, Sf1, Sf2, Ec, Fn
	Aril	F1, Ec
	Canador	F1, Ec, Fn
	Doral	F0, Sf1, Sf2, Ec
	Eloro	F1, Sf1, Sf2, Ec
	Helios	F1, Sf1, Sf2, Ec, Fn
	Lutina	F1, Ec, Fn
	Pandor	F1, Fn
	Sirocco	F1, Ec
طراز الشتاء الزيتونية	Albor	F0, F1, Sf1, Ec, Fn
	Caramello	F0, F1
	Elisap	F1, Sf1, Ec, Fn
	Noble	Sf1, Sf2, Ec
	Rodos	F1, Ec, Fn
الجاليا وطرز أخرى	Dikti	F1, Fn
	Galia	Sf1
	Gallicum	Sf1
	M78.01	F0, F1, Fn
	M78.02	F0, Sf1, Ec, Fn
	Pamir	F0, F1, Ec, Fn
	Polidor	F0
	Regal	F1, Sf1, Sf2, Ec
	Silando	F0, F1,

أ- الاختصارات :

F0 = *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis stains* 1 and 2 (Fom-1 gene)

F1 = *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis stains* 0 and 1 (Fom-2 gene)

F1-2 = *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis stains* 1 and 2 (polygenic)

Sf1 = *Spbaerotheca fuliginea strain* 1.

Sf2 = *Spbaerotheca fuliginea strain* 1 and 2

Ec = *Erysipbe cicboracearum*

Ag = *Apbis gossypii*

Fn = Wilting and necrosis with some strains of Zucchini Yellow Mosaic Virus (ZYMV)

الفصل الثالث

تربية الكنتالوب لمقاومة الفيروسات والنيماتودا والحشرات والأكاروس

طريقة العدوى بالفيروسات التى تنتقل ميكانيكيًّا لأجل تقييم أعداد كبيرة من النباتات

قام Munger وآخرون (١٩٩٥) بعدوى مختلف القرعيات بعدد من الفيروسات التى تنتقل ميكانيكيًّا باستعمال نافخ للهواء air blower يعمل ببطارية ويوجه نحو الأوراق حاملاً معه معلق لمستخلص لأوراق نبات مصاب بالفيرس. وأمكن بتلك الطريقة عدوى أعداد كبيرة من النباتات وتقييمها بكفاءة لمقاومة فيرس موزايك الخيار، وفيرس موزايك البطيخ ٢، وفيرس بقع البابائ الحلقية، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر، حيث تراوحت الإصابة فى العشائر القابلة للإصابة بين ٩٥٪، و١٠٠٪ وذلك فى كل من الكنتالوب، والخيار، والكوسة.

التربية لمقاومة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر

وجد Pitrat & Lecoq (١٩٨٤) أن سلالة الكنتالوب الهندية الأصل P.I. 414723 مقاومة لسلالتى الفيرس E15 التى تتميز بغياب شفافية العروق والاصفرار)، و1318 (التى تحدث ذبولاً وتحللاً بالنباتات). وأوضحت الدراسات الوراثية أن مقاومة السلالة E15 يتحكم فيها جين واحد سائد يأخذ الرمز Zym، ويتفوق على الجين Fn، الذى يتحكم فى حالة الذبول والتحلل، التى تظهر عقب الإصابة بسلالة الفيرس 1318.

وأظهرت دراسات الارتباط أن الجين Zym مستقل فى وراثته عن الجينات: Fom-1، و Fom-2، و Prv، و Fn، و Vat، ولكنه ترتبط بالجين a المسئول عن حالة ظهور أزهار مذكرة وأزهار خنثى Andromonoecy بمقدار ١٣,١ ± ٢,٤ وحدة عبور.

لقد كان أول المصادر التى عُرِفت لمقاومة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر — وظل هو المصدر الوحيد المعروف للمقاومة لفترة طويلة — السلالة الهندية PI 414723 التى أسلفنا الإشارة إليها. ولقد ثبت أن تلك المقاومة متخصصة على طراز باثولوجى معين؛ إذ لم تكن مقاومة لغيره.

ولقد أدى تقييم ٦٠ صنفًا من إيران إلى تحديد ثلاثة أصناف منيعة، هى: Joski، و Magolalena Vertbrod، و Bahramabadi.

ومن بين ٢٠٠ صنف وسلالة قُيمت فى السودان وُجدت المقاومة للـ ZYMV فى بعض الطرز البرية فقط.

وكما أسلفنا.. فإن مقاومة السلالة PI 414723 يتحكم فيها جين واحد سائد — أُعطى الرمز Zym — ويقع على المجموعة الارتباطية II (سابقًا: LG 4)، ويرتبط بالجين a (لصفة النبات الـ andromonoecious).

وباستعمال السلالة ZYMV-Nat (وهى من الطراز الباثولوجى ١)، وُجد أن مقاومة السلالة PI 414723 للفيرس يتحكم فيها ثلاثة جينات أُعطيت الرموز Zym-1، و Zym-2، و Zym-3.

وأمكن التعرف على واسمات جزيئية ترتبط بالمقاومة.

ووُجد أن جينًا ذو سيادة غير تامة — أُعطى الرمز Fn، ومستقل عن الجين Zym– يتحكم فى أعراض الذبول النباتى والتحلل (التى تُكنى بـ Doublon) عقب العدوى بالطراز الباثولوجى F من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر. ولقد وجد أن الجين Fn يقع على المجموعة الارتباطية V (سابقًا: 2) على مسافة ١٢ سنتى مورجان cM من الجين Vat المسئول عن المقاومة لمن القطن *Aphis gossypii* (عن Dogimont ٢٠١١).

ووُجدت مقاومة لسلالة من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر غير المنقول بالمن zucchini yellow mosaic virus non-aphid transmissible (اختصارًا: ZYMV-NAT) فى سلالة الكنتالوب PI 414723. وبعد تأصيل تلك المقاومة بحيث لا يحدث

أى انعزال فى الصفة بعد التلقيح الذاتى للسلالة.. وجد أنها تنعزل فى الجيل الثانى للتلقيح مع سلالات قابلة للإصابة بنسبة ٢٧ مقاوم: ٣٧ قابل للإصابة، بمعنى أن تلك المقاومة يتحكم فيها جينات قليلة العدد oligogenic (Danin-Poleg وآخرون ١٩٩٧).

التربية لمقاومة فيرس موزايك الخيار

يُصيب فيرس موزايك الخيار cucumber mosaic virus (اختصارًا: CMV) أكثر من ١٠٠٠ نوع نباتى وتتوفر مصادر مختلفة لمقاومته فى الكنتالوب، يوفر بعضها مقاومة لنقل الفيرس إلى النبات بواسطة حشرة المن، ويوفر بعضها الآخر مقاومة للفيرس ذاته داخل النبات بعد نقله إليه. ويتحكم فى مقاومة السلالات العادية من الفيرس عدد قليل من الجينات المتنحية (عن Pitrart & Lecoq ١٩٨٠).

وقد أُنتجت سلالات الكنتالوب ذات الثمار الشبكية Ano No.1، و Ano No.2، و Ano No.3 التى تتميز — إلى جانب مقاومتها لفيرس موزايك الخيار — بمقاومة البياض الدقيقى، والبياض الزغبى، والذبول الفيوزارى، والتصمغ (Takada ١٩٨٣).

ويُعد *Cucumis figarei* — القريب الأفريقى للنوع *Cucumis melo* — على درجة عالية من المقاومة لخمسة فيروسات، منها فيرس موزايك الخيار. هذا.. إلا أن المقاومة الجهازية لثلاث سلالات من فيرس موزايك الخيار تنهار عند ارتفاع درجة الحرارة (Saitoh وآخرون ١٩٩٨).

ووُجدت المقاومة لفيرس موزايك الخيار فى خمسة أصناف أسيوية من الكنتالوب، هى: Yamatouri، و Miyamauri، و Mawatauri، و Sanuki-shirouri، Shinjong. وبدراسة المقاومة للفيرس (CMV-B2) فى الصنف Yamatouri وجد أنه يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Creb-2 (Daryono وآخرون ٢٠٠٣).

وقد وصفت المقاومة لفيرس موزايك الخيار فى سلالة الكنتالوب PI 161375 (الصنف الأصلى Sonwang Charmi) بأنه يتحكم فيها عدد قليل من الجينات oligogenic، وبأنها متنحية، وكذلك بأنها كمية، مع تواجد QTL رئيسية تتحكم

فيها تقع فى المجموعة الارتباطية XII. وقد وُجد أن المنطقة الكروموسومية التى يوجد فيها جين المقاومة cmv1 يبلغ طولها ٢,٢ سنتى مورجان وتقع بين اثنتان من الواسمات الوراثية اللتان تم تحديدهما، وأن هذا الجين — وحده — يُكسب نباتات الكنتالوب مقاومة تامة ضد سلالتى الفيرس P9، و P104.82؛ بما يعنى أن المقاومة ليست كمية. هذا.. إلا أن الدراسة أوضحت كذلك تواجد جينات قليلة أخرى فى الصنف Sonwang Charmi يتحكم كل منها فى المقاومة لإحدى سلالات الفيرس؛ بالإضافة إلى الجين cmv1 الذى يتحكم فى المقاومة التامة لجميع سلالات الفيرس؛ أى إن المقاومة oligogenic ولكنها ليست بالضرورة كمية quantitative (Essafi وآخرون ٢٠٠٨).

لقد وُجدت عدة سلالات عالية المقاومة لفيرس موزايك الخيار CMV فى عدة أصناف وسلالات آسيوية من كل من كنتالوب التخليل الشرقى (var. *conomon*)، وكنتالوب الزينة (var. *makuwa*). كذلك وُجدت سلالات إيرانية عالية المقاومة؛ بالإضافة إلى السلالة الهندية IC 274014.

وتبين أن المقاومة للسلالة B2 من الفيرس التى تتوفر فى الصنف Yamatouri يتحكم فيها جين واحد سائد، وأمكن التعرف على واسمات SCAR ترتبط بالجين، أُعطيت الرمز Creb-2).

ووجد أن المقاومة للفيرس فى التلقيح Freeman Cucumber × Noy Amid يتحكم فيها ثلاثة جينات متنحية.

وأمكن التعرف على سبع QTLs ترتبط بالمقاومة لثلاث سلالات من الفيرس فى التلقيح Vedrantis × PI 161375، كان أحدهما يقع فى المجموعة الارتباطية XII ويفسر قدرًا كبيرًا من المقاومة للسلالة P9 (عن Dogimont ٢٠١١).

وقد ذُكر وجود مصدرين لمقاومة الفيرس فى الكنتالوب، أحدهما الصنف Sonwang Charmi (اختصارًا: SC)، وهو: PI 161375)، وهو الذى يُظهر خليط مركب من المقاومة النوعية والكمية، حسب سلالة الفيرس التى يتعرض للإصابة بها.

ولقد قُسِّمت سلالات الفيرس إلى مجموعتين رئيسيتين (I، و II)، وهما تشتركان فى نحو ٧٥٪ من النيوكليوتيدات المميزة لهما.

يُوجد الجين المتنحى cmv1 فى الصنف SC، وهو يوفر مقاومة لبعض السلالات دون غيرها، وكلاهما من المجموعة I. وقد وُجد أن عامل الضراوة الذى يُميز بين السلالات التى يمكن للصنف مقاومتها وتلك التى لا يمكنه مقاومتها هو بروتين الحركة movement protein. كما أن بعضها (من غير القادرة على التغلب على مقاومة الجين cmv1) يمكنها الانقسام والتحرك من خلية لأخرى فى النباتات الحاملة للجين، ولكن لا يمكنها دخول اللحاء. ويعنى ذلك أن مصير الفيرس فى النباتات الحاملة للجين cmv1 يتحدد بعامل فى العائل يؤثر فى انتقال الفيرس إلى اللحاء (Guiu-Aragonés وآخرون ٢٠١٤).

وأمكن تحويل الكنتالوب وراثيًّا بجين الغلاف البروتينى لفيرس موزايك الخيار، وكانت النباتات المحولة وراثيًّا وأنسالها — بعد تلقيحها ذاتيًّا — مقاومة للفيرس (Yoshioka وآخرون ١٩٩٣)، وكذلك بجين الغلاف البروتينى لسلالة الأوراق البيضاء white leaf strain من نفس الفيرس (Gonsalves وآخرون ١٩٩٤).

كما وجد أن الكنتالوب المحول وراثيًّا بجين الغلاف البروتينى لفيرس موزايك الخيار الذى ينتقل بالمن لم يساعد فى منع انتشار سلالة لا تنتقل بالمن من نفس الفيرس فى الحقل (Fuchs وآخرون ١٩٩٨).

التربية لمقاومة فيرس تبقع الباباظ الحلقى (سابقًا: فيرس موزايك البطيخ رقم ١)

تتوفر المقاومة لفيرس موزايك البطيخ رقم ١ (فيرس تبقع البابا ظ الحلقى) فى سلالة الكنتالوب PI 180280، ويتحكم فيها جين واحد سائد يأخذ الرمز Wmv-1 (Webb ١٩٧٩). كما اكتشفت المقاومة للفيرس فى السلالتين PI 202681، و PI 292190 من النوع البرى *C. metuliferus* اللتين تقاومان — أيضًا — فيرس موزايك الكوسة.

وقد وجد Provvidenti & Robinson (١٩٧٧) أن مقاومة السلالة الأخيرة (PI 292190) للفيرس يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Wmv. كما أوضح

Provvidenti & Gonsalves (١٩٨٢) أن هذه السلالة تقاوم كذلك فيرس تبقع الباباظ الحلقى Papaya Ringspot Virus، وأن هذه المقاومة بسيطة وسائدة، وربما كان يحكمها نفس الجين المسئول عن المقاومة لفيرس موزايك البطيخ رقم ١، أو جين آخر شديد الارتباط به.

وقد تبين — فيما بعد — أن ما يعرف باسم فيرس موزايك البطيخ رقم ١ ما هو إلا سلالة من فيرس تبقع الباباظ الحلقى؛ لذا.. تغير رمز الجين المسئول عن المقاومة إلى Prv.

وتبعًا لـ Pitrat (١٩٩٠).. فإنه يوجد أليلان لهذا الجين؛ هما: Prv^1، الذى يقاوم السلالة w من فيرس تبقع الباباظ الحلقى، ويوجد فى سلالتى الكنتالوب B66-5، و WMR 29 اللتين تستمدان مقاومتهما من PI 180280. وهذا الجين سائد على أليله Prv^2 الذى يتحكم فى المقاومة لسلالات أخرى من الفيرس، ويوجد فى السلالة 72-025 التى تستمد مقاومتها من PI 180283. وكلا الآليلين Prv^1، و Prv^2 سائد على آليل القابلية للإصابة Prv^+.

ولقد وُجدت المقاومة لطراز البطيخ من فيرس بقع الباباظ الحلقية papaya rinspot virus-watermelon type (PRSV-W) — وهو الذى كان يُعرف سابقًا باسم فيرس موزايك البطيخ ١ (CWMV-1 — فى السلالات الهندية PI 180280 و PI 180283، و PI 414723، و PI 124112 — التى أسلفنا الإشارة إلى بعضها—، وفى السلالة TGR-1551 (أو C-105) من زمبابوى.

وكما أوضحنا من قبل.. فإن المقاومة للـ PRSV-W يتحكم فيها جين واحد – أُعطى الرمز Prv – فى السلالة PI 180280، وكذلك فى السلالتين B66-5، و WMR 29 المتحصل عليهما من PI 180280. وظهر أن آليلين عند نفس موقع الجين Prv يُحدثا استجابة تحلل مميتة لدى العدوى بالسلالات الفرنسية من الفيرس فى السلالة PI 180283، والسلالة 72025 المتحصل عليها من PI 180283. أُطلق على

الآليلين الرمزان Prv^1، و Prv^2، علمًا بأن Prv^1 سائد على Prv^2. وقد وجد أن الجين Prv يقع فى المجموعة الكروموسومية IX (سابقًا: 5)، ويرتبط كثيرًا بالجين Fom-1 المسئول عن المقاومة للسلالتين 0، و2 من فطر الذبول الفيوزارى.

ووجد كذلك جين سائد — أُعطى الرمز Prv-2 يتحكم فى مقاومة سلالة الكنتالوب PI 124112 للفيرس PRSV (عن Dogimont ٢٠١١).

إن سلالة الكنتالوب 414723-4S3 (وهى التى نشأت أصلاً من السلالة PI 41723 التى أسلفنا الإشارة إليها) يتوفر فيها مقاومة لكل من فيرس موزايك البطيخ WMV، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر ZYMV، وفيرس تبقع الباباظ الحلقى PRSV، والبياض الدقيقى. وقد وجد أن المقاومة لكل هذه المسببات المرضية كانت بسيطة وسائدة. وبذا.. فإن هذه السلالة التى أُنتجت أصلاً لتكون مصدرًا لمقاومة كل من ZYMV، و WMV، هى — كذلك — مصدر لمقاومة كل من PRSV والسلالة ١ من الفطر المسبب للبياض الدقيقى. كذلك وُجد ارتباط وراثى بين المقاومة لكل من WMV، و ZYMV، حيث كانتا على مسافة ٧,٥ سنتى مورجان من بعضهما البعض. أما المقاومة لكل من PRSV والبياض الدقيقى فكانتا مستقلتين عن بعضهما البعض، وكذلك عن المقاومة لكل من ZYMV، و WMV (Anagnostou وآخرون ٢٠٠٠).

التربية لمقاومة فيرس موزايك البطيخ (سابقًا: فيرس موزايك البطيخ رقم٢)

تتميز السلالة PI 161375 من *C. melo* بمقاومتها لفيرس موزايك الخيار وتحملها لفيرس موزايك البطيخ رقم٢؛ حيث لا تظهر عليها سوى أعراض طفيفة للإصابة عند عدواها بالفيرس الأخير (Pitrat ١٩٧٨).

كما تتوفر المقاومة لفيرس موزايك البطيخ (WMV) فى سلالة الكنتالوب TGR-1551، ويتحكم فيها جين واحد هو wmv، يُحمل على الكروموسوم رقم٦، قريبًا من الواسمة الوراثية CMV04-35، ويظهر تأثيره فى المقاومة بداية من مرحلة البادرة (Palomares وآخرون ٢٠١١).

ولقد وُجدت مقاومة جزئية لفيرس موزايك البطيخ watermelon mosaic virus (WMV – سابقًا: WMV-2) فى سلالة الكنتالوب 91213 المنتخبة من PI 371795، والتى ترتبط بصلة مع السلالة PI 414723، وكذلك فى السلالة الكورية PI 161375، والسلالات الإيرانية Latifah-1، و Tashkandi، و Khorasgani، وأيضًا فى Galicum.

ونُقِلت مقاومة جزئية – بالتلقيح الرجعى – إلى سلالات تربية، وذلك من السلالة PI 414723؛ وفيها أظهرت الأوراق التى لقُحَّت بالفيرس أعراض الإصابة بالموزايك، ولكن تلك الأعراض اختفت ولم تظهر أعراض للإصابة على الأوراق الجديدة. وتبين أن تلك المقاومة الجزئية يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Wmr، وهذا الجين يرتبط بالجين Zym المسئول عن المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر.

ولقد لوحظ أن السلالة PI 414723 كانت شديدة القابلية للإصابة بالسلالات الأوروبية من WMV.

وبالمقارنة.. أظهرت السلالة TGR-1551 أعراضًا طفيفة جدًّا، وكان تواجد الفيرس فيها شديد الانخفاض، وتبين أن تلك المقاومة الجزئية يتحكم فيها جين واحد متنحٍ، اقترُح له الرمز Wmr-2 (عن Dogimont ٢٠١١).

وأمكن إنتاج سلالة كنتالوب مقاومة لمن القطن *A. gossypii*، ومقاومة لنقله لفيرس موزايك البطيخ إليها (هى السلالة: AR 5) باستخدام PMR 5 كأب رجعى وإحدى السلالات المقاومة للمن كأب معطى للصفة (Kishaba وآخرون ١٩٩٢).

كذلك أمكن نقل المقاومة لفيرس موزايك البطيخ إلى ثلاثة أصناف من الكنتالوب بالتلقيح الرجعى من سلالة الكنتالوب PI 414723. وقد تبين أن المقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Wmr. تظهر على النباتات الحاملة لهذا الجين أعراض الموازيك عند بداية حقنها بالفيرس، لكن سرعان ما تختفى تلك الأعراض، ويُصبح تواجد الفيرس فى الأوراق الحديثة منخفضًا أو منعدمًا. وبالمقارنة.. فإن النباتات القابلة

للإصابة تظهر عليها أعراض الإصابة عند عدواها بالفيرس وتستمر فيها الإصابة الجهازية، مع انخفاض محصولها كمًّا ونوعًا. هذا.. ولم تؤد العدوى بأى من فيروسات موزايك الخيار CMV، أو بقع الباباظ الحلقية PRSV، أو موزايك الزوكينى الأصفر ZYMV — مع العدوى بفيرس موزايك البطيخ WMV — إلى كسر المقاومة للفيرس الأخير التى يوفرها الجين Wmr (Gilbert وآخرون ١٩٩٤).

وأدى التحويل الوراثى بجينى الغلاف البروتينى لكلٍ من فيرس موزايك البطيخ وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر إلى إحداث خفض جوهرى فى شدة الإصابة بالفيروسين (Clough & Hamm ١٩٩٥).

كما يحتوى صنف الكنتالوب CZW-30 على جينات الغلاف البروتينى لفيروسات موزايك الخيار، وموزايك الزوكينى الأصفر، وموزايك البطيخ رقم ٢ (فيرس موزايك البطيخ)، وهو يقاوم هذه الفيروسات الثلاثة (Fuchs وآخرون ١٩٩٧).

التربية لمقاومة فيرس موزايك الكوسة

لم يُعثر بعد على مقاومة تامة لفيرس موزايك الكوسة فى الكنتالوب، ولكن وجدت القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس فى أصناف وسلالات جُلِبت من أفغانستان، والصين، وباكستان. وقد وُصفت السلالتان: الكورية PI 161375 والصينية China 51 (وهى تنتمى للصنف النباتى var. *makuwa*) بأنهما يُظهرا أعراضًا متأخرة للموزايك وينخفض فيهما تكاثر الفيرس، كما ينعدم فيهما انتقال الفيرس عن طريق البذور؛ الأمر الذى ظهر ضد أربع سلالات من الفيرس.

وقد وُجد أن مقاومة السلالة Chin 51 لأعراض الموزايك التى تُحدثها سلالة عزلت من الكنتالوب يتحكم فيها جين واحد متنحٍ، ولكن المقاومة كانت سائدة جزئيًّا ضد سلالة أخرى من الفيرس عُزِلت من الكوسة، وقد اقتُرِح له الرمز sqmv (عن Dogimont ٢٠١١).

التربية لمقاومة فيرس تبرقش الخيار المخضر

أمكن إنتاج سلالات تربية من الكنتالوب مقاومة لفيرس تبرقش الخيار المخضر cucumber green mottle virus (اختصارًا: CGMV) ذات صفات بستانية جيدة؛ منها: VRM5-10، و VRM 29-1 وغيرهما (More وآخرون ١٩٩٣).

وُجدت مقاومة جزئية للسلالة SH من فيرس تبرقش الخيار المخضر فى الصنف Chang Bougi وهو من طراز makuwa، وتبين أن تلك المقاومة يتحكم فيها زوجان من الجينات المتنحية، أُعطيا الرمزين cgmmv-1، و cgmmv-2 (عن Dogimont ٢٠١١).

التربية لمقاومة فيرس تجعد أوراق القرعيات

أظهرت سبع سلالات من *C. melo* — هى: MR-1، و PI 124111، و PI 124112، و PI 179901، و PI 234607، و PI 313970، و PI 414723 مقاومة جزئية لفيرس تجعد أوراق القرعيات Cucurbit leaf crumple virus (اختصارًا: CuLCV) الذى تنقله الذبابة البيضاء من الطراز B. وقد وجد أن مقاومة PI 313970 يتحكم فيها جين واحد متنحٍ، وبدا أنها آليلية للمقاومة فى السلالات الست الأخرى. وقد أُعطى لهذا الجين الرمز culcrv (McCreight وآخرون ٢٠٠٨). هذا.. بينما وجدت مقاومة كاملة للفيرس فى السلالة PI 236355 (عن Dogimont ٢٠١١).

التربية لمقاومة الفيروسات غير المتبقية التى ينقلها المن

اكتشفت فى الكنتالوب صفة المقاومة لنقل الفيروسات غير المتبقية non persistent viruses بواسطة مَنّ القطن *Aphis gossypii*، وهى صفة بسيطة وسائدة، وأُعطى الجين المتحكم فى الصفة الرمز Vat، علمًا بأن هذا الجين يتحكم فى نقل عدة فيروسات (على سبيل المثال فيرس موزايك الخيار) بواسطة الناقل الحشرى. وتلك المقاومة خاصة — فقط — بالمن *A. gossypii*، وليست فعالة ضد الأنواع الأخرى من المن الناقل للفيروسات، مثل *Myzus persicae*. وتتوفر تلك الخاصية فى عدة سلالات يابانية وكورية من الكنتالوب. ويمكن أن تثبط النباتات الحاملة للجين Vat عملية نقل

الفيروسات غير المتبقية بوقفها لإطلاق الـ virons التى تتصل بقليم المن. ويُعتقد بأن مرد المقاومة هو إلى خصائص التأكسد للجلوتاثيون المتوفر فى النباتات المقاومة الحاملة للجين Vat، والتى تُثبط تحرير الفيرس من قمة قليم *A. gossypii* . هذا.. ويعرف نوع آخر من المقاومة للمن يعتمد على أكسدة البروتينات الموجودة فى اللحاء؛ الأمر الذى قد يوفر حاجزًا فيزيائيًّا ضد تغذية المن (Garzo وآخرون ٢٠٠١).

وقد أُجرى تقييم شمل ٢٦٨ أصلاً وراثيًّا من *C. melo* والأنواع البرية القريبة منه لأربعة من الفيروسات غير المتبقية nonpersistent التى ينقلها المن، وهى فيرس موزايك الخيار (CMV)، والسلالة W من فيرس تبقع الباباظ الحلقى (PRSV-W)، وفيرس موزايك البطيخ (WMV)، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر (ZYMV)، ووجد ما يلى:

- كانت مصادر المقاومة نادرة، لكن بعض المصادر وُجِدَت ضمن سلالات *C. melo* المقيمة.
- أظهرت السلالة C-189 مقاومة للسلالات الشائعة من فيرس موزايك الخيار CMV مثل PI 161375.
- أصيبت السلالتان C-768، و C-425 بفيرس WMV، إلاّ أن الأعراض عليهما كانت طفيفة، واختفت الإصابة من بعض نباتات السلالة C-768 بعد فترة. كما لم تظهر أى إصابة بفيرس WMV على السلالة C-105 إلا نادرًا.
- كانت السلالة C-105 عالية المقاومة لانتقال الفيرس بواسطة *Aphis gossypii*، وتشابهت فى تلك الخاصية مع السلالة PI 161375.
- أظهرت السلالتان C-885، و C-769 مقاومة لكل من PRSV-W، و WMV، و ZYMV؛ وبذا فإنه يمكن اعتبارهما مصادر للمقاومة المتعددة.
- وجدت كذلك مصادر للمقاومة فى بعض الأنواع البرية القريبة (Diaz وآخرون ٢٠٠٣).

التربية لمقاومة فيروسات الاصفرار

يصاب الكنتالوب بعدد من الفيروسات التى تسبب اصفرارًا بين العروق فى الأوراق القاعدية للنبات، ثم تتقدم الأعراض – تدريجيًّا – نحو الأوراق الأحدث فالأحدث، إلى أن تشمل النبات كله.

يسبب هذه الأعراض كل من فيرس اصفرار الخس المعدى Lettuce Infections Yellows Virus فى كاليفورنيا، الذى ينتقل بواسطة الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci* (Nameth وآخرون ١٩٨٥)، وفيرس اصفرار البنجر الكاذب Beet Pseudo Yellows Virus (عن Duffus وآخرين ١٩٨٦)، وفيروسات لم تحدد هويتها فى كل من فرنسا (Lot وآخرون ١٩٨٣) وإسبانيا (Soria & Gomez–Guillamon ١٩٨٩) – وجميعها تنتقل بواسطة ذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeurodes vaporaiorum*– والإمارات العربية المتحدة (Hassan & Duffus ١٩٩١)، فضلاً عن فيرس اصفرار القرعيات المنقول بالمن.

ونظرًا لإصابة جميع الأصناف التجارية المعروفة فى الدول التى سبقت الإشارة إليها بهذه الفيروسات.. فقد اتجه البعض إلى تقييم الجيرمبلازم العالمى للكنتالوب، والأنواع البرية القريبة. ففى إسبانيا.. وجد Esteva & Nuez (١٩٨٨)، و Soria وآخرون (١٩٨٩) مستوى عاليًا من المقاومة – للفيرس المنتشر هناك فى زراعات الكنتالوب المحمية – فى عدة سلالات من الأنواع البرية: *C. africanus*، و *C. meeusii*، و *C. dipsaceus*، و *C. anguria* var. *anguria*، و *C. anguria* var. *longipes*، و *C. zeyheri*، و *C. figarei*، و *C. myriocarpus*، و *C. melo* var. *agrestis*.

ويذكر الباحثون أن صنف الكنتالوب Nagagata Kin Makuwa، والسلالتين PI 161375، و PI 157084 تتحمل الإصابة بالفيرس.

ولم تظهر أى أعراض للإصابة بفيرس اصفرار الكنتالوب حتى ٣٥ يومًا بعد العدوى على كل من *C. dispaceus*، و *C. metulfierus*، بينما كانت الإصابة تامة أو شبه تامة على كل من *C. melo*، و *C. melo* var. *agrestis* (Soria & Gómez-Guillamón ١٩٩٤).

وقد أُجرى تقييم شمل ١٥٨ سلالة وصنفًا من *C. melo*، وعدة أنواع برية من الجنس *Cucumis* لمقاومة مرض الاصفرار الفيروسى الذى تنقله للنباتات ذبابة البيوت المحمية البيضاء *T. vaprariorum*، ورُصدت عدة مصادر للمقاومة فى بعض الأنواع البرية، أُختير منها سلالة من كل من الأنواع *C. metuliferus*، و *C. meeusii*، و *C. dispasceus* كانت عالية المقاومة، وسلالة من *C. melo* var. *agrestis* أظهرت أعراضًا خفيفة ومتأخرة، وذلك لدراسة آليات المقاومة للحشرة. وقد تبين أن كلاً من *C. metuliferas*، و *C. dispaceus* قابلان للإصابة بالحشرة، وأن سلالة *C. melo* var. *agrestis* تقاوم الحشرة بآليتى الـ antixenosis (عدم تفضيل الحشرة التغذية عليها) والـ antibiosis (التضادية الحيوية) بينما أظهرت سلالة *C. meeusii* آلية الـ antixenosis لمقاومة الحشرة. هذا.. ولا توجد مشاكل للتهجين بين الكنتالوب و *C. melo* var. *agrestis* كتلك التى توجد بينه وبين الأنواع البرية الأخرى؛ بما يعنى إمكان استخدامه فى برامج التربية لنقل صفة المقاومة للاصفرار إلى الكنتالوب (Soria وآخرون ١٩٩٦أ، ١٩٩٦ب).

ونذكر فيما يلى ذكره من عناوين بيانًا بمزيد من أمراض الاصفرار الفيروسية.

التربية لمقاومة فيرس اصفرار وتقزم القرعيات

قُيمت ٨٨٦ سلالة من *C. melo* و٧ أصناف تجارية من الكنتالوب لمقاومة مرض الاصفرار والتقزم (فيرس اصفرار وتقزم القرعيات Cucurbit yellow stunting disoprder virus، أو CYSDV الذى تنقله الطرز البيولوجية A، و B، و Q من الذبابة البيضاء) تحت ظروف الحقل فى دولة الإمارات العربية المتحدة. وبينما لم تكن أى التراكيب الوراثية المختبرة عالية المقاومة، فإن السلالة PI 403994 كانت الأقل فى شدة الإصابة، وتلاها السلالات: PI 255478، و PI 292007، و PI 381766، و PI 390452، كما أظهر الصنفان Jupiter، و Musktaly أعراضًا خفيفة للإصابة بالمرض (Hassan وآخرون ١٩٩٠).

هذا.. ولا تظهر أعراض الإصابة بفيرس اصفرار وتقزم القرعيات على سلالة الكنتالوب C-105 (وهى ذاتها السلالة TGR-1551)، وقد ظلت نباتات تلك السلالة خالية من الفيرس لمدة ستة أسابيع بعد تغذية حشرة الذبابة البيضاء الحاملة للفيرس عليها، بينما كان تركيز الفيرس شديد الانخفاض فى الأوراق ذاتها التى تعرضت لتغذية الحشرة؛ بما يعنى أن تلك السلالة تحد من تكاثر الفيرس وانتشاره فيها. وحتى عندما تمت عدوى نباتات هذه السلالة بالفيرس بطريق التطعيم فإن الفيرس لم يخرج من نسيج اللحاء وأُعيق بشدة تكاثره وحركته؛ حيث لم يُعثر على الفيرس إلاّ فى أجزاء من الحزم الوعائية بأعناق الأوراق والسيقان، لكن دون أن يصل إلى عروق الورقة (Marco وآخرون ٢٠٠٣).

كما أظهر صنفا الكنتالوب الإسبانيين Piel de Sapo، و Bala de Oro والسلالة TGR-1551 من زمبابوى — التى أسلفنا الإشارة إليها — مقاومة لفيرس اصفرار وتقزم القرعيات CYSDV (Sesé وآخرون ١٩٩٩)، لكن لم يمكن العثور على انعزالات تامة المقاومة فى الجيل الثانى للتلقيح بين السلالة TGR-1551 المقاومة (أو المتحملة) والصنف القابل للإصابة Dulce (Sinclair ٢٠٠٣)؛ علمًا بأنه قد ظهرت أعراض الإصفرار (جرَّاء الإصابة بالفيرس) على الأوراق السفلى لنباتات السلالة TGR-1551 — ولكنها كانت خفيفة — بينما لم تظهر أية أعراض على الأوراق العليا (Park وآخرون ٢٠٠٧).

وقد أُجرى تقييم لأربع وأربعين تركيبًا وراثيًّا من الكنتالوب والأنواع البرية القريبة منه لمقاومة فيرس اصفرار وتقزم القرعيات cucurbit yellow stunting disorder virus، وتبين عدم ظهور أى أعراض للإصابة بالفيرس على كل من سلالة الكنتالوب TGR-1551 التى أسلفنا الإشارة إليها وإحدى سلالات النوع *C. metuliferus*. وأظهرت الدراسة الوراثية أن مقاومة السلالة TGR-1551 يتحكم فيها جين واحد سائد، أُعطى الرمز Cys (López-Sesé & Gómez-Guillamón ٢٠٠٠).

ومن ناحية أخرى.. تبين من دراسة أجريت على السلالة TGR-1551 أن مقاومتها كمية فى وراثتها. وقد أمكن التعرف على واسمات RAPD ترتبط بـ QTLs

لمقاومة الـ CYSDV. يمكن استخدامها فى تطوير أصناف أو سلالات مقاومة فى برامج التربية (Park وآخرون ٢٠٠٧).

كما وجدت مقاومة عالية للفيرس فى الولايات المتحدة فى السلالة الهندية PI 313970 من *C. melo* var. *acidulus* — وهو طراز من كنتالوب السلاطة، لكنها لم تصل إلى درجة المناعة، حيث وُجد الفيرس فى بعض النباتات التى كانت خالية من الأعراض، وتبين أن هذه المقاومة يتحكم فيها جين واحد متنحٍ. هذا.. بينما تُعرف مقاومة سائدة لذات الفيرس فى سلالة الكنتالوب TGR-1551، ولا تُعرف العلاقة بين كلتا المقاومتين (McCreight & Wintermantel ٢٠١١).

التربية لمقاومة فيرس تقزم واصفرار البطيخ الأصفر (الكنتالوب)

أمكن التعرف على ستة أصناف وسلالات من *C. melo* مقاومة لفيرس تقزم واصفرار البطيخ watermelon chlorotic stunt virus (اختصارًا: WmCSV)، الذى تنقله الذبابة البيضاء، حتى عندما كانت عدواها بطريقة التطعيم. وهذه التراكيب الوراثية هى: HSD 2445-005 (من السودان)، و PI 282448 (من جنوب أفريقيا)، و 90625،

و PI 124112، و PI 414723 (من الهند). لم تُظهر النباتات المقاومة أى أعراض للإصابة، كما لم يمكن العثور على دنا DNA الفيرس فيها (Yousif وآخرون ٢٠٠٧). وربما كان هذا الفيرس المشار إليه هو ذاته فيرس اصفرار وتقزم القرعيات، وهو أمر قد يلزم التحقق منه.

التربية لمقاومة فيرس اصفرار وتبرقش ما بين العروق

تظهر أعراض الاصفرار والتبرقش interveinal mottling and yellowing فيما بين العروق نتيجة للإصابة بعدد من الفيروسات، وقد وجد — فى مصر — أن المقاومة تتوفر فى السلالتين PI 255478، و PI 378062، وأنه يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Tmy، وذلك فى تلقيح بينهما وبين سلالة الكنتالوب القابلة للإصابة PI

179680، كما تراوحت درجة التوريث على النطاق العريض بين ٧٠٪، و٧٤٪ (Hassan وآخرون ١٩٩٨أ، و ١٩٩٨ب).

التربية لمقاومة فيرس اصفرار الخس المعدى

عندما أُجرى تقييم لمقاومة فيرس اصفرار الخس المعدى lettuce infectious yellows virus (اختصارًا: LIYV) — الذى ينتقل بواسطة الذبابة البيضاء من الطراز A.. كانت أقل الأصول الوراثية المقيمة إصابة كلاًّ من: سلالة قثاء Snake Melon حُصِلَ عليها من السعودية والسلالة 92577 من *C. melo*، والنوع *Cucumis prophetarum* (McGeight ١٩٩١).

وقد تبين من دراسة لاحقة أن سلالة الكنتالوب الهندية PI 313970 تحمل مقاومة عالية لفيرس اصفرار الخس المعدى، يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Liy (McCreight ٢٠٠٠، و Dogimont ٢٠١١).

التربية لمقاومة فيرس اصفرار عروق الخيار

تتوفر المقاومة لفيرس اصفرار عروق الخيار cucumber vein yellowing virus (اختصارًا: CVYV) الذى تنقله الذبابة البيضاء فى عديد من أصناف الكنتالوب، إلاّ أن سلالات الفيرس تتباين فى شدة ضراوتها وفى قدرتها على كسر المقاومة؛ فعندما تمت عدوى عشرة أصناف كنتالوب مقاومة للفيرس بالسلالة الإسبانية Alm 1A لم تظهر أية أعراض للإصابة أو كانت الأعراض خفيفة، بينما ظهرت أعراض شديدة للإصابة عندما تمت عدواها بالسلالة الأردنية Jor (Galipienso وآخرون ٢٠١٣).

التربية لمقاومة فيرس اصفرار القرعيات المخضر

تم تقييم ٥١ أصلاً وراثيًّا من *C. melo* جُمعت من الهند وباكستان وبنجالاديش لمقاومة فيرس اصفرار القرعيات المخضر Cucurbit chlorotic yellows virus (اختصارًا: CCYV) مع استعمال الطراز البيولوجى Q من حشرة الذبابة البيضاء *B. tabaci* فى العدوى بالفيرس. ووجد أن خمسة أصول وراثية — هى: JP 138332، و JP 216154،

و JP 216155، و JP 21671، و JP 91204 – لم تظهر عليها أية أعراض مرضية أو كانت الأعراض طفيفة، وإن أمكن تحديد تواجد الفيرس فى الأوراق العلوية التى لم تُعدى أصلاً بالفيرس. ومن بين هذه السلالات أظهرت السلالة JP 138332 أقل قدر من تراكم لرنا RNA الفيرس. ووجد كذلك أن أعداد أفراد الذبابة البيضاء من الطراز البيولوجى Q التى وُجدت على أوراق تلك السلالة لم تختلف عما كان عليه الحال على أوراق الصنف القابل للإصابة بالفيرس Earl's Seine؛ بما يعنى أن المقاومة الـ CCYC لا ترجع إلى عدم تفضيل الحشرة لها (antixenosis)، وإنما ربما ترجع – غالبًا – لتثبيطها لتكاثر الفيرس بالنبات (Okuda وآخرون ٢٠١٣).

التربية لمقاومة فيرس اصفرار القرعيات المنقول بالمن

عندما أُجرى تقييم شمل ٥٢٣ صنفًا وسلالة من الكنتالوب تحت ظروف الإصابة الطبيعية فى جنوب فرنسا لمقاومة فيرس اصفرار القرعيات المنقول بالمن Cucurbit aphid-borne yellows virus (اختصارًا: CABYV)– وهو من الفيروسات المتبقية persistent، الذى ينتقل بواسطة نوعا المن *Myzus persicae*، و *Aphis gossypi* – وُجدت المقاومة فى السلالات والأصناف الهندية 90625 (وهى ذاتها PI 313970)، و Faizabadi Phoont، و PI 124112، و PI 282448، و PI 414723، وفى السلالة الكورية PI 255478، والسلالة الجنوب أفريقية PI 124440. وقد تبين أن مقاومة السلالة PI 124112 للفيرس يتحكم فيها زوجان من الجينات المتنحية، أُعطيا الرمزين cab-1، و cab-2 (عن Dogimont ١٩٩٧، و٢٠١١).

كذلك تتوفر المقاومة لفيرس اصفرار القرعيات المنقول بالمن فى صنف الكنتالوب TGR-1551. ويتحكم فى هذه المقاومة جين واحد سائد وجينين آخرين – على الأقل – مُحوِّرين، ويعتقد بوجود أحد هذين الجينين الإضافيين فى الصنف القابل للإصابة Bola de Oro الذى استخدم فى التلقيح. يُعبَّر عن مقاومة TGR-1551 جهازيًّا فى صورة انخفاض جوهرى فى تراكم الفيرس مقارنة بما يحدث فى نباتات الأصناف القابلة

للإصابة، ولكن ليس موضعيًّا فى الأوراق المعدية زراعيًّا agroinoculated. ولقد وُجد أن العدوى بالفيرس عن طريق المن تنخفض جوهريًّا فى نباتات TGR-1551، على الرغم من أن الفيرس يُتحصل عليه بمعدل واحد من كلٍ من نباتات TGR-1551 والنباتات القابلة للإصابة. ويمكن للمن الحامل للفيرس التغذية على لحاء TGR-1551، ولا يرتبط الانخفاض فى كفاءة نقل الحشرة للفيرس إلى انخفاض فى إفراز الحشرة للعابها فى لحاء النباتات. وبما أن الفيرس يمكن أن يتراكم إلى مستويات طبيعية فى الأنسجة المعدية زراعيًّا agroinoculoted فإن النتائج تُشير إلى أن مقاومة TGR-1551 للفيرس مردها إلى إضعاف حركة الفيرس أو انتقاله بعد وصوله إلى نسيج أوعية اللحاء (Kassem وآخرون ٢٠١٥).

التربية لمقاومة فيرس اصفرار البنجر الكاذب

وُجدت مقاومة جزئية لفيرس اصفرار البنجر الكاذب beet pseudo yellow virus (اختصارًا: BPYV) — الذى تنقله ذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeurodes vapoporarioum* — فى عدد من الأصناف والسلالات الآسيوية، هى: Nagata Kim Makuwa، و PI 161375 (Esteva & Nuuez ١٩٩٢)، و Cma (وهو كنتالوب برى جُمع من شمال كوريا الجنوبية)، والسلالة إسبانية من طراز Tendral. وكان التعبير عن المقاومة فى Cma فى صورة تأخير فى ظهور الأعراض مع إصابة طفيفة نتجت من كل من الـ antixenosis ضد الحشرة الناقلة للفيرس والمقاومة للفيرس. وأوضحت الدراسات الوراثية أن المقاومة الجزئية للفيرس فى كل من الصنف Nagata Kim Makuwa والسلالتين PI 161375 و Cma، يتحكم فيها جين واحد سائد جزئيًّا (الجين My) فى كل من Nagata Kim Makuwa و Cma، ومتنحٍ جزئيًّا فى PI 161375 (Dogimont ٢٠١١).

التربية لمقاومة فيرس بقع الكنتالوب المتحللة

يتحكم الآليل المتنحى nsv فى المقاومة لفيرس بقع الكنتالوب المتحللة melon necrotic spot virus (اختصارًا: MNSV) فى الكنتالوب. يوفر هذا الجين حماية ضد

جميع سلالات الفيرس واسعة الانتشار. يقع الجين فى المجموعة الارتباطية ١١ فى منطقة مشبعة بواسمات الـ RAPD والـ AFLP، يبلغ طولها ٥,٩ سنتى مورجان. وقد وُجِد أن هذا الجين يقع داخل مسافة ٣,٢ سنتى مورجان بين واسمتى CAPS، هما: M29، و M132 (Morales وآخرون ٢٠٠٢، و ٢٠٠٥).

ولقد وُجدت المناعة لفيرس بقع الكنتالوب المتحللة melon necrotic spot virus فى أصناف الكنتالوب Improved Gulfstream، و Perlita، و Planters Jumbo، وPMR 5، و WMR 29، وفى سلالة التربية PMR Honeydew، و فى السلالة PI 161375. ومن بين ٥٣٢ صنف وسلالة قيمت لمقاومة الفيرس وجدت المناعة فى ٧٪ منها، والمقاومة فى ٢٢٪. وقد تبين أن المقاومة يتحكم فيها جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز nsv، ويقع فى المجموعة الارتباطية XII (سابقًا: 7) (عن Dogimont وآخرين ٢٠١١).

يؤدى وجود الجين nsv الذى يتحكم فى المقاومة لفيرس بقع الكنتالوب المتحللة إلى منع ظهور البقع المتحللة بالأوراق الفلقية التى تُعدى ميكانيكيًّا. هذا إلاّ أن بعض سلالات الكنتالوب التى تظهر عليها بقع متحللة عند عدواها ميكانيكيًّا — ومن ثم فإنها لا تحمل الجين nsv — لا تظهر عليها أعراضًا جهازية كتلك التى تظهر على الأصناف القابلة للإصابة. ولقد حفَّزت حرارة تحت ٢٥ أو ٢٠ ْم — حسب سلالة الكنتالوب — ظهور الأعراض الجهازية للمرض. وفى صنف الكنتالوب Doublon لم تظهر الأعراض الجهازية للمرض فى جميع درجات الحرارة التى أُجرى التقييم عليها، والتى تراوحت من ١٥ إلى ٣٠ ْم. وتبين أن غياب الإصابة الجهازية فى هذا الصنف يرتبط بانعدام الإصابة بالفيرس — حسب اختبار ELISA — فى غير الأوراق الفلقية التى تُجرى فيها عملية العدوى الميكانيكية، والتى تظهر بها بقع متحللة. ويبدو أن مقاومة هذا الصنف للإصابة الجهازية بالفيرس تعتمد على خاصية الحد من تكاثر الفيرس أو حركته من خلية إلى أخرى، أو هما معًا (Mallor Giménez وآخرون ٢٠٠٣أ).

وقد وجد أن تلك المقاومة الجهازية يتحكم فيها زوجان من الجينات السائدة أُعطيا الرمزان Mnr1، و Mnr2 (من melon necrotic resistance)، وأن أحد هذين

الجينين يرتبط بالجين nsv على مسافة ١٩ سنتى مورجان (Mallor Giménez وآخرون ٢٠٠٣ ب).

التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور

أُجرى تقييم لأربعة عشر نوعًا من الجنس *Cucumis* لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidigyne incognita acrita*، ووُجدت المقاومة فى سلالات كل من الأنواع التالية (Fossuliotis ١٩٦٧، و Fossuliotis & Nelson ١٩٨٨):

C. anguria (PI 233646, VBL 673, VBL 706)

C. ficifolius (VBL 779)

C. longipes (VBL 695)

C. metuliferus (VBL 701 B, VBL 701A, VBL 686)

C. heptadactylus (VBL 682)

كما تتوفر المقاومة لنوع النيماتودا *M. hapla* فى النوع *C. metuliferus* (Walters وآخرون ١٩٩٠).

كذلك وجد أن سلالة من *Cucumis heptadactylus*، وسلالتان من *C. anguria*، وسلالتان من *C. anguria* var. *langaculeatus*، وتسع سلالات من *C. metuliferus* كانت مقاومة لكل من السلالة 2 من *Meloidogyne arenaria* والسلالة X من *M. incognita*، ولكن بدرجات متفاوتة فيما بينها فى مقاومة كلتا سلالتى النيماتودا. كما وجد أن السلالة PI 526242 من *C. metuliferus* كانت قابلة للإصابة بالنيماتودا *M. arenaria*، بينما كانت مقاومة للنوع *M. incognita*. كذلك كانت جميع سلالات وأصناف الخيار *C. sativus* المنتجة فى نورث كارولينا لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور: NC-42، و NC-43، وLucia، وManteo، و Shelby.. كانت جميعها قابلة للإصابة بعشيرة السلالة 2 الكورية من *M. arenaria* (Kim & Do ٢٠٠١).

التربية لمقاومة الذبابة البيضاء

عندما أجرى تقييم شمل عديدًا من أصناف وسلالات الجنس *Cucumis* لمقاومة الذبابة البيضاء.. وجد ما يلى:

١- كانت جميع أصناف وسلالات الكنتالوب والخيار شديدة القابلية للإصابة.

٢- تميز طراز الـ *agrestis* من الكنتالوب بدرجة منخفضة من القابلية للإصابة.

٣- كانت السلالات الثلاث المختبرة من *Cucumis metuliferus* مقاومة تمامًا للحشرة (Moreno وآخرون ١٩٩٣).

ومن بين ٢٨١ سلالة وصنفًا من الكنتالوب تم اختبارها لتحمل الإصابة الطبيعية الشديدة بالذبابة البيضاء *B. tabaci* — تحت ظروف الحقل فى كاليفورنيا — كانت السلالتان PI 125918، و PI 125890 أفضلها نموًّا (بمتوسط قوة نمو قدرها ٥,٥ على مقياس من ١ (النبات ميت) إلى ٩ (النبات قوى النمو ومُزهر، بعد ٤ أسابيع من الزراعة)، وتلاهما السلالتان PI 28481، و PI 116915 (بمتوسط قوة نمو ٤,٥)، بينما كانت الغالبية العظمى من السلالات بمتوسط قوة نمو ٢,٠ -٢,٥ (١٧٨ سلالة)، و ١,٠-١,٥ (٦٣ سلالة) (McCreight ١٩٩٤).

وقد وجد أن تكاثر الذبابة البيضاء *B. tabaci* كان أقل على كل من الصنف 87 من *C. melo* var. *agrestis*، والصنف TGR-1551 من *C. melo* من تكاثرها على صنف الكنتالوب Bola de Oro، وذلك سواء أكان للذبابة حرية الاختيار فى التغذية على أى منهم free-choice condition أو ليس لها الحرية فى ذلك no choice condition (Soria وآخرون ١٩٩٩).

كما وجد أن سلالات الكنتالوب PI 414723، و PI 164723، و PI 161375، و 90625 تحتوى على مقاومة حقل لذبابة القطن البيضاء *B. tabaci*. فعلى تلك السلالات لوحظ أن أعداد الحشرة الكاملة تنخفض بمقدار ٣,٦-٦ مرات عما فى معظم الأصناف القابلة للإصابة، كما تقل عليها أعداد اليرقات بمقدار ١١-٢٩ مرة عمًّا على أصناف قابلة للإصابة، مثل ARTop Mark. وربما يكون هذا المستوى من المقاومة للذبابة كافٍ لخفض استعمال المبيدات فى المقاومة بصورة جوهرية (Boissot وآخرون ٢٠٠٣).

ولقد ظهرت صفة الأوراق الملساء glabrous فى سلالة الكنتالوب الأمريكية SR 91، وهى صفة يتحكم فيها جين واحد متنحٍ. ولقد وجد أن حشرة الذبابة البيضاء وحورياتها كانت أقل تواجدًا على أوراق النباتات الملساء الأوراق هذه مما على الأوراق العادية للأصناف التجارية. كما تميزت النباتات ذات الأوراق الملساء بقصر فترة نموها الخضرى وبانخفاض محتوى أوراقها من السكريات جوهريًّا (Riley وآخرون ٢٠٠١).

التربية لمقاومة ذبابة البيوت المحمية البيضاء

تكاثرت ذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeurodes vaporariorum* جيدًا على كلٍ من صنف Bola de Oro من *C. melo*، والنوعين *C. metuliferus*، و *C. dispaceus*، إلا أن تكاثرها على السلالة PI 505601 من *C. melo* var. *agrestis* كان ضعيفًا واستغرق وقتًا طويلاً.

وعلى الرغم من مقاومة نفس سلالة *C. metuliferus* التى استُعملت فى هذه الدراسة لفيرس اصفرار الكنتالوب — الأمر الذى وُجد فى دراسة سابقة — فإن ذلك يعنى أن تلك السلالة إما إنها تحمل مقاومة للفيرس، وإما إنها تقاوم انتقاله إليها.

أما *C. dipsaceus* الذى كان قابلا للإصابة بذبابة البيوت المحمية البيضاء، فإن تكاثر الذبابة عليه استغرق وقتًا طويلاً؛ الأمر الذى يرجح وجود تضادية حيوية antibiosis فيه للذبابة (Soria وآخرون ١٩٩٤).

التربية لمقاومة المن

مصادر ووراثة المقاومة

تتوفر المقاومة ضد الإصابة الطبيعية بمن القطن *Aphis gossypii* فى بعض سلالات القاوون مثل LJ 90234 (المتحصل عليها من PI 17511) (Bohn وآخرون ١٩٧٢). والسلالة PI 414723. ويتحكم فى هذه المقاومة جين واحد سائد أعطى الرمز Ag يجعل النبات خاليًا من تجعدات الأوراق عقب الإصابة، ولكن توجد جينات أخرى تتحكم فى القدرة على تحمل الإصابة (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦). كما تتوفر مصادر أخرى لمقاومة النقل الحشرى لأى فيرس بواسطة الحشرة فى كل من

السلالات الهندية المنشأ PI 161375، وPI 164320، و PI 414723، والأصناف اليابانية Ginsen Makuwa، و Kanro Mukuwa، و Shiroubi Okayama.

ويثبط جين المقاومة Vat (يرمز لـ virus aphid transmission) فى الكنتالوب انتقال الفيروسات غير المتبقية عن طريق من القطن *A. gossypii*، لكنه لا يؤثر فى الانتقال بواسطة منّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae* (Chen وآخرون ١٩٩٧).

وقد قيم Pitrat وآخرون (١٩٨٨) ٧٢ سلالة من القاوون (أصناف بلدية)، وعثروا على مقاومة للحشرة فى ثلاث سلالات أخرى؛ هى: Ariso، و Invernizo، و Escrito. وقد أوضحت الدراسات الوراثية على الصنفين الأول والثانى أنهما يحتويان على نفس جين المقاومة Vat، كما كانت السلالات الثلاث مقاومة لكل من فيرس موزايك البطيخ رقم ٢ (الذى يعرف حاليًا باسم فيرس موزايك البطيخ). وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر — اللذين ينتقلان بواسطة المن — مما يؤكد صلة الجين Vat بالمقاومة للنقل الحشرى للفيروسات.

وقد اكتُشف مستوى جيد من المقاومة لمنِّ القطن *A. gossypii* فى صنفى الكنتالوب واسعا الانتشار Hymark، و Sweet Surprise، وذلك لدى مقارنتها بأصناف أخرى (جدول ٣-١؛ Collins وآخرون ١٩٩٤).

جدول (٣-١): تأثير شدة الإصابة بالمن على أعداد ثمار الكنتالوب الصالحة للتسويق من نباتات معاملة بمبيد لمكافحة المن أو غير معاملة

الصنف	عدد أفراد المن/٥ أوراق		المحصول (طن/هكتار)		الثمار الصالحة للتسويق (٪)	
	معاملة [أ]	غير معاملة	معاملة	غير معاملة	معاملة	غير معاملة
Hymark	٢,٨	*٢٤,٤	١٨,٣	١٦,٣	١٠٠	٩١,٥
Magnum 45	١٣,٤	*١٧٨	١٦,٩	١٣	٩٣,٦	*٦٠,٨
Mission	٥,٢	*١٦٠	١٧,٩	*٨,٧	٩٨,٧	*٦٢,١
Sweet Surprise	١,٥	٧,٧	١٣,١	١٧,٣	١٠٠	٩٨,٩
LSD[ب]	٧,٥	١٠٣	٤,٩	٥,٤	٤,٧	١٦,٣

(أ): كانت المعاملة بمبيد المن oxydemeton-methyl.

(ب): الجوهرية بالنسبة لقيم العمود الواحد.

(*): يوجد فرق جوهرى على مستوى احتمال ٠,٠٠٥ بين المعامل وغير المعامل.

وكما هو واضح من الجدول.. فقد أظهر صنفا الكنتالوب Hymark، و Sweet Surprise درجة عالية من المقاومة لمن القطن تحت ظروف الحقل؛ حيث لم يتواجد عليهما سوى ٨–١٠ أفراد من المن/نبات، بينما تواجد على صنفى الكنتالوب Mission، و Magnum 45 ١٦٠–٢٠٠ فرد من المن/نبات. هذا.. وقد تأثر المحصول بينما لم تتأثر جودة الثمار بأعداد المن على النباتات (Perkins-Veazie وآخرون ١٩٩٥).

كذلك يحمل صنف الكنتالوب اليابانى Norin Kou No.7 – الذى يرجع أصله إلى الصنف Earl's Kagauaki – مقاومة لمنِّ القطن، بالإضافة إلى المقاومة لكل من البياض الدقيقى والذبول الفيوزارى (Sakata وآخرون ٢٠٠٦).

وقد أمكن التعرف على واسمتين RFLP – هما NBS-2، و AC-39 – تُحيطان بالجين Vat – الذى يتحكم فى المقاومة لمنِّ القطن – على مسافة ٣,١، و ٦,٤ سنتى مورجان، على التوالى. وقد اكتشفت المقاومة للمن فى السلالة الهندية PI 371795 (وهى سَلَف PI 414723) والسلالة الكورية PI 161375، وتبين أنهما يحملان نفس جين المقاومة Vat (Klingler وآخرون ٢٠٠١).

وتلخيصًا لما سبق.. وُجدت المقاومة لمن القطن *Aphis gassypii* فى الكنتالوب (السلالة PI 414723)، وتبين أنه يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Ag، وأنها ترجع إلى كل من الـ Antixenosis والـ antibiosis. وتبين أن كلاً من هذه السلالة وكذلك السلالة PI 161375 مقاومان عدة فيروسات عند نقلهما بطريق منِّ القطن، هذا إلا أن تلك المقاومة خاصة بالمن فقط، وليست ضد أى من الفيروسات التى يمكن أن تنتقل عن طريق المن.

ويتحكم فى المقاومة للفيروسات حينما يكون انتقالها عن طريق منِّ القطن جين واحد سائد يُعطى الرمز Vat (من Virus aphid transmission)، ويقع فى المجموعة الارتباطية V (سابقًا: 2) (عن Dogimont ٢٠١١).

طبيعة المقاومة فى مختلف مصادر المقاومة

أوضحت دراسات Pitrat & Lecoq (١٩٨٠) أن مقاومة السلالة PI 161375 لمنِّ القطن تعتمد على عدم تفضيل الحشرة للتغذية عليها، ويتحكم فيها جين واحد سائد.

أعطى الرمز Vat؛ نسبة إلى وصف فعل الجين Virus aphid transmission resistance. ولكن فعل هذا الجين لا يقتصر – فقط – على منع نقل الأمراض الفيروسية بواسطة حشرة المن، وإنما يتعداه إلى مقاومة الحشرة ذاتها.

كما وجد أن مقاومة صنف الكنتالوب PMAR 5 لمن القطن يتحكم فيها جين واحد سائد، ولا علاقة لكثافة الشعيرات بالأوراق بالمقاومة. ومرد هذه المقاومة إلى كل من خاصيتى التضادية الحيوية antibiosis وعدم التفضيل non-preference (Yoshida & Koyama ١٩٨٦).

إن المقاومة التى يوفرها الجين Vat تظهر عند مرحلتى غرز المن لقليمه فى ورقة النبات وأثناء تغذيته على اللحاء، وهى مقاومة ترجع إلى وجود مركبات مضادة أو مركبات منفرة لتغذية الحشرة على النبات المقاوم (Chen وآخرون ١٩٩٦).

وقد تبين أن الجين السائد Vat – الذى يتحكم فى مقاومة الكنتالوب لمن القطن – يؤثر بتفاعل الـ antixenosis، كما يمنع نقله للفيروسات غير المتبقية عبر هذا النوع – فقط – من المن. ومن أبرز مظاهر المقاومة التى يُكسبها هذا الجين للنباتات الحاملة له القِصَر الشديد لفترة تغذية المن من نسيج اللحاء، ويرتبط ذلك بعملية sulfhydryl oxidation (Chen وآخرون ١٩٩٧).

ويعبر عن المقاومة لمنِّ القطن *A. gossypii* – التى تتوفر فى سلالة الكنتالوب AR 5 – داخل النبات وليس على سطحه؛ إذ إن وقت اختراق مسبار المن للنبات لم يختلف بين هذه السلالة والسلالة القابلة للإصابة القريبة منها PMR 5، ولم تُلاحظ الاختلافات الجوهرية بينهما إلا بعد وصول مسبار الحشرة إلى نسيج اللحاء؛ فهو الذى أثر – فى سلالة الكنتالوب المقاومة – على سلالة تغذية الحشرة وتطورها والحد من تكاثرها (Klingler وآخرون ١٩٩٨).

إن المقاومة لمنِّ القطن تُعرف فى كلٍ من سلالات الكنتالوب PI 161375، و PI 164320، و PI 371795، و PI 414723 وفى أصناف الكنتالوب اليابانية Kanro Makuwa، و Ginsen Maruwa، و Shiroubi Okayama. ولقد أُنتجت ثلاث

سلالات تربية استمدت مقاومتها من السلالة PI 371795، وهى: AR Hales Best Jumbo، و AR 5، و AR Topmark.. وجميع هذه السلالات متحملة لحشرة منِّ القطن بخاصية عدم التفضيل antixenosis (Robinson ١٩٩٢).

كما تتوفر المقاومة لمن القطن *Aphis gossypii* فى سلالة الكنتالوب الهندية PI 414723 المتحصل عليها من السلالة PI 371795، وكذلك فى السلالة الكورية PI 161375، وسلالة زمبابوى TGR-1551، وتظهر المقاومة للمن فى هذه السلالات الثلاث فى الصورتين: الـ antixenosis والـ antibiosis، بالإضافة إلى مقاومتهم لانتقال الفيروسات غير المتبقية التى ينقلها هذا النوع من المن. ويتحكم فى كل هذه الصفات جين واحد سائد – أُعطى الرمز Vat. فى كل من السلالتين الهندية والكورية. كما وجد أن نفس هذا الجين هو المسئول عن المقاومة فى سلالة زمبابوى TGR-1551؛ الأمر الذى تحقق بعد إجراء اختبار الآليلية استُخدمت فيه السلالة PI 414723 (Sarria وآخرون ٢٠٠٨).

وقد تبين أن مقاومة الكنتالوب لمن القطن – التى يوفرها الجين Vat – ترتبط بحدوث استجابة فرط حساسية مجهرية فى موقع الإصابة؛ فسريعًا بعد الإصابة بالمن يحدث تمثيل للفينولات، وترسيب للكالوز واللجنين فى الجدر الخلوية، ويضار الغشاء البلازمى، وتحدث زيادة سريعة موضعية فى نشاط الأكسدة، وذلك فى التراكيب الوراثية الحاملة للجين Vat. هذا مع العلم بأن هذا التفاعل لم يُشاهد – فى تلك التراكيب الوراثية – عندما تعرضت للإصابة بأى من الذبابة البيضاء *B. tabaci* أو منِّ الخوخ *Myzus persicae* (Villada وآخرون ٢٠٠٩).

العلاقة الوراثية بين المقاومة للذبابة البيضاء والمقاومة للمن

يتحكم الجين Vat فى مقاومة الكنتالوب لمن القطن *Aphis gossypii*، ومن بين ستة أصناف وسلالات حاملة لهذا الجين، كانت ثلاثة منها (PI 161375، و PI 414723، و PI 532841) مقاومة للذبابة البيضاء *Bemisia tabaci*، بينما كانت ثلاثة أخرى (Margot، و Iso Vat R، و AR 5) قابلة للإصابة (Sauvion وآخرون ٢٠٠٥).

وقد استُخدِم التلقيح Védrantais × PI 161375 فى دراسة الـ QTLs لمقاومة كل من منِّ القطن *Aphis gossypii* وذبابة البطاطا البيضاء *Bemisia tabaci* فى الكنتالوب، ووجد أثنتان من الـ QTLs كان تأثيرهما إضافى additive وتؤثران فى الذبابة البيضاء، وأربع QTLs إضافيتا التأثير، وزوجان من الـ QTLs المتفوقتان epistatic كانتا مؤثرتين فى المن. ومن بين تلك الـ QTLs كانت واحدة رئيسية مؤثرة فى كل من سلوك المن وقدرته البيولوجية؛ بما يعنى أن جين R واحد يؤثر فى كل من الـ antixenosis والـ antibosis للحشرة. وتتفق هذه الـ QTL مع الجين Vat الذى ينتمى للعائلة الجينية NBS-LRR. ولم تظهر جينات مؤثرة فى كل من المن والذبابة البيضاء معًا، على خلاف ما هو معروف عن الجين Mi 1-2 — الذى ينتمى للعائلة الجينية NBS-LRR فى الطماطم (Boissot وآخرون ٢٠١٠).

التربية لمقاومة خنافس الخيار

وجد Chambliss & Cuthbert (١٩٦٨) مقاومة حشرة خنفساء الخيار المخططة *Diabrotica balteata* فى عدة سلالات من الكنتالوب وعدة أصناف، منها: Eden Gem، و Florida 67، و Florida 84، و Golden Gate، و Hale's Best، و Perfected Perfecto، و Rio Gold 65، و Sierra Gold.

وكان Sharma & Hall (١٩٧١) قد وجدا علاقة إيجابية بين تغذية حشرة خنفساء الخيار المبقعة وبين محتوى ١٨ صنفًا وسلالة — من خمسة أجناس من القرعيات — من عدة مكونات هى: الكيوكربتسينات، والسكريات، وحامض البالمتك، وحامض اللينولينك.. وكانت الكيوكربتسينات (وهى المركبات المسئولة عن المرارة) أهمها فى هذا الشأن، حيث أمكن جعل الأصناف غير المفضلة لتغذية الحشرة مفضلة لها بمعاملتها بهذه المركبات.

وقد أظهرت بادرات الكنتالوب المرة قابلية أكبر للإصابة بخنفساء الخيار الشريطية (الـ banded، وهى: *Diabrotica balteata*) عن البادرات غير المرة. وبالإضافة إلى الآليل المتنحى bibi لجين المرارة فإن جينًا آخر متنحيًّا — هو cbl cbl تحكَّم فى خفض

إصابة البادرات بالخنفساء. وتبين من اختبارات لاحقة أن نباتات الكنتالوب الأصيلة المتنحية فى الجينين bibi cblcbl كانت أكثر مقاومة لكل من خنفساء الخيار المبقعة *Diabrotica undecimpunctata howardi*، وخنفساء الخيار المخططة *Acalymma vittata* وخنفساء الخيار الشريطية عن النباتات غير المرة -bibi Cbl، والمرة -Bi- Cb1 (Nugent وآخرون ١٩٨٤).

يتحكم فى المقاومة لخنافس الخيار فى السلالة C922-174-B (غير المرة) جين واحد متنحٍ. يتحكم هذا الجين — الذى أُعطى الرمز cb_1 (= cb) — فى المقاومة لثلاثة أنواع من الخنافس، هى: ذات الشرائط banded (وهى: *Diabrotica balteata*)، والمبقعة spotted (وهى: *D. undecimpunctata*)، والشريطية stripped (وهى: *Acalymna vittatum*).

وفى الصنف AR Top Mark ... وُجدت مقاومة للنوع *D. undecimpunctata* howardi كانت هى الأخرى متنحية، وترتبط بصفة المرارة التى يتحكم فيها الجين السائد Bi، والتى تجعل الكنتالوب جذّابًا لخنفساء الخيار المبقعة (عن Dogimont ٢٠١١).

كما أُنتجت سلالة التربية 91213 المقاومة بدرجة عالية لكل من *Diabrotica* spp.، و *Acalymma* spp. (Robinson ١٩٩٢).

التربية لخنفساء القرع العسلى الحمراء

تتوفر المقاومة لخنفساء القرع العسلى الحمراء *Aulacophora foveicollis* فى الصنفين Harvest Queen، و Casaba ، ويتحكم فيها جين واحد سائد يأخذ الرمز Af (عن Robinson ١٩٩٢، و Dogimont ٢٠١١).

التربية لمقاومة ذبابة ثمار الكنتالوب

يتحكم فى المقاومة لذبابة ثمار الكنتالوب *Bractocera cucurbitae* (سابقاً: *Dacus cucurbitae*) زوجان من الجينات المتنحية أُعطيا الرمزين dc-1، و dc-2 (عن Dogimont ٢٠١١).

التربية لمقاومة صانعات الأنفاق

وجد عند تقييم ١٢٠ صنفًا وسلالة من *C. melo* لمقاومة صانعة الأنفاق *Liriomyza trifolii* أن الصنف التجارى الفرنسى القديم Nantais Oblong مقاوم لتلك الآفة فى جميع مراحل نموه؛ حيث ينخفض كثيرًا عدد الأنفاق التى تظهر بأوراقه (Dogimont وآخرون ١٩٩٥).

كذلك تتوفر المقاومة لصانعة الأوراق *L. sativae* فى سلالتى الكنتالوب PI 282448، و PI 131970 (عن Barbour ١٩٩٩).

ولقد وجد أن المقاومة لصانعة الأنفاق *L. trifolii* فى صنف كنتالوب الشارانتيه Nantis Oblong مردها إلى التضادية الحيوية antibiosis. وتبين أن هذه المقاومة — التى تؤدى إلى الموت الكامل لأفراد صانعة الأوراق — يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Li (Dogimont وآخرون ١٩٩٩).

التربية لمقاومة العنكبوت الأحمر العادى

أظهرت تجارب التقييم لمقاومة العنكبوت الأحمر العادى *Tetranychus urticae* فى كل من البيوت المحمية والحقل توفر المقاومة فى كل من السلالات: BUS، و CHI، و PI 164343، و PI 17895، و PI 124101، و PI 124431، و PI 125896، و PI 125956 (East وآخرون ١٩٩٢).

وأمكن بعدما قُيِّم ٣٦ أصلاً وراثيًّا genetic stocks من *C. melo* لمقاومة للعنكبوت الأحمر *T. urticae* تحديد أربعة أصول وراثية مقاومة (هى: Dastanbu 1، و Darunghermez، و Zard-Jalali، و Kharboze)، وأربعة أخرى قابلة للإصابة (هى: Garmsari، و Zard-Khareji، و Bargney، و Sabz). وقد وجد أن أقل عدد من البيض كان وضعه على كل من الصنفين Dastanbu1، و Darunghermez، وأكبر عدد على كل من الصنفين Zard-Khareji، و Garmsari. كما وُجد أن نشاط الإنزيمين peroxidase، و polyphenol oxidase ازداد استجابة للعدوى بالعنكبوت فى

الصنفين المقاومين، وهما اللذان أُوصى باستخدامهما كمصادر للمقاومة فى برامج التربية لمقاومة العنكبوت الأحمر (Shoorooei وآخرون ٢٠١٣).

ولقد كان يُعتقد بارتباط المقاومة للعنكبوت الأحمر بتواجد الكيوكربتسينات؛ ومن ثم وجود ارتباط سالب بين المقاومة لكل من خنافس الخيار والعنكبوت الأحمر، لكن تبين – فيما بعد – عدم صحة تلك النظرية حيث عُرِفت أصناف من الخيار – مُرَّة وغير مرة – تتماثل فى إصابتها بالعنكبوت الأحمر (Robinson ١٩٩٢).

التربية لمقاومة العنكبوت القرمزى

وُجِدت درجة عالية نسبيًّا من المقاومة للعنكبوت القرمزى carmine spider mite (وهو: *Tetranychus cinnabarius*) فى سلالات الكنتالوب CHI-8، و BUS-7، و BUS-3، وهى التى بلغ متوسط التكاثر اليومى للعنكبوت عليها ٤٩٪، و٤٠٪، و٣٣٪ – على التوالى – مقارنة بالسلالة القابلة للإصابة NY (Mansour & Karachi ١٩٩٠).

ولقد انتخبت سلالتان من الكنتالوب مقاومتين للعنكبوت القرمزى *T. cinnabarinus*، هما CHI-1، و BUS-7 تميزتا بانخفاض كبير (بالغ ٣٥٪ – ١٠٠٪ فى السلالة الأولى، و ٢٥٪–١٠٠٪ فى السلالة الثانية) فى أعداد ما تحمله أوراقهما من أفراد العنكبوت، مقارنة بما تحمله أوراق سلالة أخرى قابلة للإصابة هى NY. وقد ترتب على ذلك انخفاض فى تكاثر العنكبوت بلغ ٢٩٪–٦٠٪ فى السلالة الأولى، و٤٣٪–٨٣٪ فى السلالة الثانية (Mansour وآخرون ١٩٩٤).

الفصل الرابع

تربية الخيار لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية

إذا ذكرت تربية الخيار — خاصة التربية لمقاومة الأمراض — فلابد أن يذكر معها العالم Henry M. Munger أستاذ تربية النبات بجامعة كورنل بالولايات المتحدة، الذى استطاع — وحده — إنتاج ٥١ صنفًا تجاريًّا وسلالة تربية متقدمة مرباة داخليًّا من الخيار — منها ٣٠ من خيار الاستهلاك الطازج، و٢١ من خيار التخليل — خلال الفترة من ١٩٥١ –١٩٨٦ (Mutschler ١٩٨٨).

وقد حققت معظم هذه الأصناف نجاحًا كبيرًا، وانتشرت زراعتها كثيرًا فى الولايات المتحدة، وفى دول أخرى كثيرة، ومن أمثلتها سلسلة أصناف: Tablegreen، و Marketmore، و Poinsett، و PMR، و SMR.

إن تربية الخيار لمقاومة مختلف الأمراض تتطلب الإلمام بالمسببات المرضية وسلالاتها وكيفية التمييز بينها، وطريقة عزلها وإكثارها وإدامتها وحفظها، وطريقة استخدامها فى عدوى النباتات التى يُراد تقييمها للمقاومة، وكيفية زراعة وتنمية النباتات والظروف البيئية التى يتعين توفيرها عند إجراء التقييم، وطريقة التقييم للمقاومة. وقد تناول Williams & Palms — وكذلك Wehner — وغيرهم فى NC State and USDA Cucumber Disease Handbook (الإنترنت ٢٠٠٧) تلك الأمور وغيرها عند التربية لمقاومة عدد من أمراض الخيار، هى:

المرض	المسبب المرضى
الأنثراكنوز	*Colletotrichura orbiculare*
عفن وسط الثمرة	*Rhizoctonia solani*
البياض الزغبى	*Pseudopernospora cubensis*
الذبول الفيوزارى	*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*
لفحة الساق الصمغية	*Didymella bryoniae* (syn. *Mycosphaerella citrullina*)-

يتبع

تابع:

المرض	المسبب المرضى
	Imperfect stage: Phoma cucurbitacearum (syn. *Aschochyta, Phyllosticta, or Diplodinia*)
الجرب	*Cladosporium cucumeruinum,*
targer leaf spot	*Corynespora cassiicola, Corynespora melonis*
تبقع الأوراق الزاوى	*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*
الذبول البكتيرى	*Erwinia tracheiphila*
نيماتودا تعقد الجذور	*Meloidogyne incognita, M. javanica, M. arenaria*
موزايك الخيار	Cucumber mosaic virus

الأنواع البرية كمصدر لمقاومة الأمراض والآفات

تشكل الأنواع البرية مصدرًا هامًّا لمقاومة الأمراض والآفات التى يُستفاد منها فى برامج التربية للمقاومة. ويعرف عديد من المقاومات فى عدد من الأنواع البرية للجنس *Cucumis* (الذى يتبعه الخيار والكنتالوب)، وكذلك للجنس *Cucurbita* (الذى يتبعه الكوسة والقرع العسلى — موضوع الفصل السادس)، كما يتبين من جدول (٤-١).

التربية لمقاومة الذبول الطرى

يسبب الفطر *Rhizoctonia solani* ذبولاً طريًّا لبادرات الخيار، وعفنًا فى الجزء الملامس للتربة من الثمرة؛ لذا.. فإنه يسمى أيضًا بعفن الوسط belly rot.

وقد وجد Booy وآخرون (١٩٨٧) اختلافات كبيرة بين ٣٥ سلالة من الخيار فى شدة إصابتها بالذبول الطرى؛ حيث تراوحت شدة الإصابة من ١,٥-٥,٩ فى مختلف السلالات على مقياس من صفر (لا توجد أية إصابة) إلى ٩ (النباتات ميتة). ولم يجد الباحثون ارتباطًا بين المقاومة للذبول الطرى، والمقاومة لعفن الثمار الرايزكتونى.

جدول (٤-١): الأنواع البرية من الجنسين *Cucumis*، و *Cucurbita* التى وجدت فى بعض سلالاتها مقاومة لبعض الأمراض والحشرات (عن Moreno & Roig ١٩٩٠).

النوع	المقاومة
Cucumis metuliferus Naud.	PM_1
	Aphids
	PMV
	WMV
	Meloydogine spp.
Cucumis africanus Lindley	BSM
	CGMMV, PM_1
Cucumis anguria L. var. *anguria*	PM_1, and PM_2
Cucumis anguria L. var. *longipes*	BSM
	PM_2
	CGMMV
	Meloydogine spp.
Cucumis ficifolius A. Rich	CGMMV
	PM_1 and PM_2
	Meloydogine spp.
Cucumis myriocarpus Naud.	BSM
	CGMMV
	PM_1
Cucumis angolensis Hook.	WF
Cucumis asper Cogen.	WF
Cucumis dinteri Cogen.	WF
	PM_1 and PM_2
Cucumis sagittatus Peyr.	PM_2
Cucumis leptodermis Schweik	PM_1
Cucumis dipsaceus Ehrenb. Ex Spack	WF
Cucumis hardwickii Royle	CGMMV
	Meloydogine spp.

يتبع

تابع جدول (٤-١)

النوع	المقاومة
Cucumis heptadactylus Naud	CGMMV *Meloydogine* spp.
Cucumis hookeri Naud.	CGMMV *Meloydogine* spp.
Cucurbita ecudorensis Cuttler and Whitaker	PM_1 CMV WMV ZYMV
Cucurbita martinezii Bailey	CMV PM_2 WMV
Cucurbita lundelliana Bailey	PM
Cucurbita okeechobeensis Bailey	PM

PM_1: *Sphaeratheca fulgilinea* (Schlecht ex Fr.) Pollacci (Powdery mildew). البياض الدقيقى

PM2: *Erasiphe cichoracearum* DC ex Merat (powdery mildew) البياض الدقيقى

PMV: Pumpkin Mosaic Virus فيرس موزايك القرع العسلى

WMV: Watermelon Mosaic Virus type1. فيرس موزايك البطيخ ١

BSM: *Tetranychus urticae* Koch. (bean spider mite) العنكبوت الأحمر

CGMV: Cucumber Green Mottle Mosaic Virus فيرس موزايك الخيار المتبرقش بالأخضر

WF: *Trialeurodes vaporariorum* Westw. (white fly). ذبابة البيوت المحمية البيضاء

CMV: Cucumber Mosaic Virus فيرس موزايك الخيار

ZYMV: Zucchini Yellow Mosaic Virus فيرس موزايك الزوكينى الأصفر

التربية لمقاومة الذبول الفيوزارى

يُسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* مرض الذبول الفيوزارى فى الخيار، كما يسبب مرض عفن القدم foot-rot.

تُعرف ثلاث سلالات من الفطر، ويمكن التمييز بينها باستخدام الأصناف

المفتاحية، كما يلى:

سلالة الخيار	الاستجابة لسلالة الفطر		
	١	٢	٣
MSU 8519	S	R	R
(Chipper) MSU 441034	S	S	R
PI 390265	R	S	R

S = قابل للإصابة، و R = مقاوم .

وقد ذُكِرَ أنه يتحكم جينان سائدان شديدا الارتباط فى المقاومة للسلالتين 1، و 2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* فى صنف الخيار SMR-18. ومن بين ٣٤ صنفاً تم اختبارها لمقاومة السلالة 2 من الفطر فى طور البادرة كانت خمسة منها قابلة للإصابة، بينما كانت باقى الأصناف عالية المقاومة (Vakalounakis ١٩٩٥).

لكن أظهرت دراسات أخرى على سلالة الخيار WIS-248 والصنف SMR-18 المقاومين للسلالتين 1، و 2 من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى أنهما يحتويان على جين واحد سائد يتحكم فى المقاومة لكلتا السلالتين (Vakalounakis & Smardas ١٩٩٥، و Vakalounakis ١٩٩٦).

التربية لمقاومة لفحة الساق الصمغية

طريقة التقييم للمقاومة

لا يُفيد التقييم للمقاومة فى طور الأوراق الفلقية عند ما تكون البادرات بعمر أربعة أيام، وذلك عندما تكون العدوى بالفطر (*Didymella bryoniae* مسبب لفحة الساق الصمغية) بتركيز مرتفع من جراثيم الفطر، مع تجريح الأوراق الفلقية؛ ذلك لأنه لا تظهر المقاومة على أى من التراكيب الوراثية المقاومة فى تلك الظروف.

تُجرى العدوى بالفطر المرض فى البيوت المحمية عندما تكون النباتات فى مرحلة الورقة الحقيقية الثالثة إلى الرابعة، وفى الحقل فى مرحلة الورقة الحقيقية السادسة إلى

الثامنة، برش معلق جراثيم الفطر على الأوراق عند الفجر، مع سبق تعريض النباتات لظروف تُحفز الإدماع guttation؛ بريها بغزارة وتظليلها من أشعة الشمس المباشرة، ومع ضرورة المحافظة على ١٠٠٪ رطوبة نسبية. تظهر أعراض الإصابة على التراكيب الوراثية القابلة للإصابة بعد ٤–٥ أيام من العدوى بالفطر فى الصوبة، وبعد ١٠–١٥ يومًا فى الحقل.

ولقد وُجد أن أوراق الخيار المسنة كانت أكثر قابلية للإصابة بالفطر *D. bryoniae* — مسبب مرض لفحة الساق الصمغية — عن الأوراق الحديثة فى كل من اختبارات الحقل والصوبة، وكذلك عن الأوراق المفصولة، كما كانت البادرات فى مرحلة نمو الأوراق الفلقية أقل قابلية للإصابة عن البادرات التى تكونت بها أوراقًا حقيقية، وكانت عُرضة — غالبًا — للإفلات من الإصابة. وكان إجراء العدوى وقت الفجر أكثر فاعلية فى إحداث أعراض الإصابة فى كل من اختبارات الحقل والصوبة عن فاعليتها عند إجرائها وقت الغسق، وربما كان مرد ذلك إلى توفر الماء الحر والعناصر المغذية بسبب ظاهرة الإدماع (St. Amand & Wehner ١٩٩٥).

مصادر المقاومة

اختبر Wyszogrodzka وآخرون (١٩٨٦) ٤٩ صنفًا وسلالة من الخيار لمقاومة الفطر *Didymella bryoniae* مسبب مرض لفحة الساق الصمغية، وعثروا على مقاومة جزئية فى الصنف Homegreen No. 2 والسلالة PI 200818. وبالمقارنة.. لم يعثر الباحثون على أى مصدر للمقاومة لدى اختبارهم لـ ١٢٠٨ سلالة فى طور الأوراق الفلقية — وهى فى عمر أربعة أيام — عندما أجريت العدوى بتركيز مرتفع من جراثيم الفطر بعد تجريح الأوراق الفلقية كما أسلفنا.

وفى دراسة أخرى.. اختُبِرَ ١١٦٥ صنفًا وسلالة من الخيار، ووجدا أن أكثرها مقاومة كانت Slice، و M 12، و M 17.

وعندما أُجرى تقييم حقلى شمل ٨٣ صنفًا وسلالة من الخيار — إضافة إلى عدد من سلالات أنواع برية قريبة من الخيار — لمقاومة خليط من عزلات الفطر *D. bryoniae*

مسبب لفحة الساق الصمغية كانت أكثر السلالات والأصناف مقاومة: PI 164433، و Slice، و PI 390264، و M 17 (من أصناف خيار التحليل)، و M 12، كما وجدت مقاومة عالية فى عدة سلالات من أنواع قريبة من الجنس *Cucumis* شملت: PI 299568 من *C. myriocarpus*، و PI 282450 من *C. zeyheri*، و PI 299572 من *C. myriocarpus*، و PI 233646 من *C. anguria* (Wehner & St. Amand ١٩٩٣، و Wehner وآخرون ١٩٩٦).

وفى دراسة أخرى.. أُجرى تقييم شمل ٨٥١ صنفًا وسلالة من الخيار لمقاومة لفحة الساق الصمغية تحت ظروف الحقل. كانت أكثر السلالات مقاومة هى: PI 200815، و PI 390243، و PI 90430، و PI 279469، و PI 432855، وأكثر الأصناف مقاومة: Homegreen 2، و Little John، و Transamerica، و Poinsett 76، بينما كانت أكثر السلالات قابلية للإصابة: PI 288238، و PI 357843، و PI 357865، و PI 167134. وقد كان الصنفان الشائعان فى الزراعة Calypso، و Dasher II على درجة متوسطة من المقاومة (Wehner & Shetty ٢٠٠٠).

وراثة المقاومة والتربية للمقاومة

وجد أن مقاومة الأوراق للفحة الساق الصمغية فى الخيار (فى التلقيح Slice × Wis. SMR 18) يتحكم فيها خمسة أزواج من الجينات كحدٍ أدنى، وكانت العوامل البيئية أقوى تأثيرًا فى ظهور صفة المقاومة عن العوامل الوراثية كما تبين من تقديرات درجة التوريث على النطاق العريض. وشكل التباين المضيف الجزء الأكبر من التباين الوراثى. كذلك كان تفاعل التفوق جوهريًّا، وكان تأثير السيادة واضحًا خصوصًا على القابلية للإصابة. وأيضًا ظهرت اختلافات بين التهجينات العكسية فى مقاومة الأوراق للمرض. وكان الارتباط المظهرى بين شدة إصابة الأوراق والساق متوسطاً (r = ٠,٥٢– ٠,٧٢). ولذا.. فإن طرق تربية المحصول يجب أن تأخذ فى الاعتبار التباين المضيف الذى شكل الجزء الأكبر من التباين الوراثى (St. Amand & Wehner ٢٠٠١).

وأظهرت دراسة وراثية انخفاض تقديرات درجة توريث صفة المقاومة للفحة الساق الصمغية فى الخيار إلى ٠,١٢–٠,٤٩ لتقديرات اللفحة بالأوراق، وإلى ٠,٠٣–٠,١٢ لتقديرات اللفحة بالساق. وقد ظهر قدر متوسط من التباين الوراثى الإضافى فى وراثة المقاومة للفحة الأوراق، بينما لم يظهر أى قدر من التباين الوراثى الإضافى — أو كان شديد الانخفاض — فى وراثة المقاومة للفحة الساق (St. Amand & Wehner ٢٠٠١).

ولقد أُجرى التهجين *C. hystrix* × *C. sativus*، وتم التوصل فيه إلى ثلاث سلالات ILs (هى: HH1-8-1-2، و HH1-8-5، و HH1-8-1-16) كانت مقاومة للفحة الساق الصمغية، وكان بها ستة أجزاء كروموسومية منقولة من *C. hystrix* إلى الكروموسومات 1، و 4، و 6. ولقد أمكن التعرف على اثنتان من الـ QTLs، كانت إحداهما على الكروموسوم 4، والأخرى على الكروموسوم 6 (Lou وآخرون ٢٠١٣).

وأظهرت دراسة وراثية أن مقاومة الفطر *Didymella bryoniae* (syn. *Stagonosporopsis cucurbitacearum*) — مسبب مرض لفحة الساق الصمغية — فى بادرات سلالة الخيار PI 183967 كمية ويتحكم فيها أساسًا زوجان من الـ QTLs الرئيسية، وعدة QTLs ثانوية.

ولقد أمكن التعرف على ست QTLs للمقاومة، هى: gsb3.1، و gsb3.2، و gsb3.3، و gsb4.1، و gsb5.1، و gsb6.1. ولقد كانت gsb5.1 — التى تُحمل على الكروموسوم 5 — الأكثر ثباتًا فى ظهورها والأكثر تأثيرًا فى تباين الشكل المظهرى (١٧,٩٪)، وتبين أنها تقع بين SSR15321، و SSR07711 وهى مسافة ٠,٥ سنتى مورجان (Liu وآخرون ٢٠١٧).

التربية لمقاومة البياض الزغبى

التقييم للمقاومة

يُعد الفطر *Pseudopernospora cubensis* — مسبب مرض البياض الزغبى متطفل إجبارى لا يمكن زراعته فى البيئات الصناعية. تُوجد من الفطر عديد من السلالات والطرز البيولوجية. يُحافَظ على الفطر على بادرات أصناف الخيار القابلة

للإصابة، وهى التى تُستخدم فى العدوى فى اختبارات التقييم بعد ٢–٣ أسابيع من عدواها، مع تحفيز تجرثمها بوضعها فى ظروف ضباب وظلام لمدة ٢٤ ساعة على ٢٠ ْم و ١٠٠٪ رطوبة نسبية. ومن الأصناف المقاومة: PI 197807، و Puerto Rico 37، و Puerto Rico 40، و Bangalore، و China. ويمثل Gy 14 الصنف المقاوم القياسى. يُجرى التقييم للمقاومة بعدوى الأوراق الفلقية بعد ٣–٤ أيام من الإنبات، ووضع البادرات المعدة فى الظلام لمدة ٤٨ ساعة على ٢٠ ْم، و١٠٠٪ رطوبة نسبية، ثم تُنقل النباتات إلى ٢٤–٢٨ ْم. يُجرى التقييم بعد ٧–٨ أيام من العدوى.

ولقد أُجرى تقييم لمقاومة الخيار للفطر *P. cubensis* بأخذ أقراص ورقية بقطر ٢,٢ سم من الورقة الثالثة تحت قمة النمو الخضرى لنباتات نامية فى الحقل، ووضعها على آجار مائى بتركيز ٠,٥٪ وعدواها بالأكياس الجرثومية للفطر. ولقد وُجد أن نتائج هذا الاختبار ترتبط إيجابيًّا بنتائج الاختبار الحقلى فى ظروف إصابة وبائية طبيعية بالبياض الزغبى (Cohen وآخرون ٢٠٠٠).

مصادر المقاومة

اكتشفت المقاومة لفطر *P. cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى فى الخيار فى عدة سلالات وأصناف بدائية. فمثلاً .. اكتشفت المقاومة فى السلالة P.I. 197087 الهندية المنشأ. وتستجيب هذه السلالة للعدوى بالبياض الزغبى بتكوين بقع بنية صغيرة جدًّا؛ مقارنة بالبقع الكبيرة الصفراء التى تظهر فى الأصناف القابلة للإصابة (Barnes & Epps ١٩٥٤). وتعد هذه السلالة مقاومة لمرض البياض الدقيقى كذلك، وربما كانت هى مصدر المقاومة للبياض الدقيقى فى الصنف SC-50 (Barnes & Epps ١٩٥٦).

وقد أُجرى تقييم شمل ٦٦٣ صنفًا وسلالة من الخيار لمقاومة الفطر *Pseudoperonospora cubensis* — مسبب مرض البياض الزغبى — فى اختبارات حقلية أجريت فى نورث كارولينا، وتبين وجود مقاومة عالية فى ١٧ صنفًا وسلالة منها (بمتوسط شدة إصابة ١,٣–٣,٠)، ومقاومة متوسطة (٣,٣–٥,٠ شدة إصابة) فى ٨٧

صنف وسلالة، وقابلية متوسطة للإصابة (٥,٣–٧,٠) فى ٣١١ صنف وسلالة، وقابلية شديدة للإصابة (٧,٣–٩,٠ شدة إصابة) فى ٢٤٨ صنف وسلالة. وكانت أكثر الأصناف والسلالات مقاومة: Gy 4، و Clinton، و PI 234517، و Poinsett 76، و Gy 5، وAddis، و M 21، و M 27، و Galaxy (Wehner & Shetty ١٩٩٧).

وأظهر صنفا الخيار Nongchen #4 (الصين)، و M 21 (نورث كارولينا) أعلى مقاومة للفطر *P. cubensis* — مُسبب مرض البياض الزغبى — فى مناطق مختلفة من العالم (الولايات المتحدة وبولندا والصين والهند) تنتشر بها سلالات مختلفة من الفطر (Shetty وآخرون ٢٠٠٢).

وعندما أُجرى تقييم لـ ١٣٠٠ صنف وسلالة من الخيار لمقاومة البياض الزغبى، وُجِدَ أعلى مستوى من المقاومة تحت كل الظروف البيئية فى السلالات PI 605996، و PI 330628، و PI 197088. كذلك أمكن التعرف على سلالات عالية المحصول ومتحملة للمرض (Call وآخرون ٢٠١٢).

ولقد استخدم الجين dm-1 فى مكافحة الفطر *P. cubensis* حتى عام ٢٠٠٤ حينما ظهرت سلالة جديدة من الفطر قادرة على كسر مقاومة هذا الجين. وقد اختُبِر ٨٦ صنفاً وسلالة من الخيار لمقاومة السلالة الجديدة، لكن لم يكن أى منها على درجة عالية من المقاومة، وإن كانت بعض السلالات (مثل W 2757، و M 21) قد أظهرت درجة متوسطة من المقاومة (Call وآخرون ٢٠١٢).

ومن المصادر الجديدة الأخرى التى وُجدت مقاومة لسلالة الفطر الجديدة كلاً من: K8، و PI 197088، و PI 330628 (Wang ٢٠١٤).

وقد تبين أن بعض سلالات الخيار المصنفة على أنها مقاومة للبياض الزغبى الذى يسببه الفطر *P. cubensis* — مثل PI 197088 — تظهر عليها أعراض الإصابة فى المراحل المتأخرة من نموها، إلاّ أن سلالات أخرى — مثل PI 330628، و PI 605996 — تبقى مقاومة حتى فى المراحل المتأخرة من نموها، وربما كان مرد ذلك إلى نموها السريع غير

المحدود الذى مكنَّها من سبق تطور الإصابة المرضية. هذا إلاّ أن PI 197088 — الذى هو كذلك سريع وغير محدود النمو — لم يتمكن من سبق تطور الإصابة المرضية (VandenLangenberg & Wehner ٢٠١٦).

وراثة المقاومة

اختلفت — كثيرًا — نتائج الدراسات على وراثة المقاومة لهذا المرض؛ فيذكر — مثلاً — أن مقاومة السلالة PI 197087 يتحكم فيها زوج أو زوجان من العوامل الوراثية الرئيسية، بالإضافة إلى زوج أو أكثر من العوامل الوراثية الثانوية. أما مقاومة للصنف GY 14A — المنتخب من السلالة PI 197087 — فقد ذكر أنها كمية. كذلك ذكر أن مقاومة الصنفين Chinese Long، و Puerto Rico 37 كمية، ويتحكم فيها عدة جينات، وبالمقارنة.. فقد وجد أن مقاومة الصنف Poinsett — المستمدة من السلالة PI 197087 — يتحكم فيها جين واحد متنحٍ، يرتبط بجين المقاومة للبياض الدقيقى، أو أن هذا الجين ذو تأثير متعدد على الصفتين، وقد أعطى هذا الجين الرمز dm.

وقد بدا أن المقاومة للفطر *P. cubensis* مُسبب مرض البياض الزغبى فى الخيار يتحكم فيها جين واحد متنحٍ يرتبط بالجين السائد D الذى يتحكم فى لون جلد الثمرة الشاحب، وكذلك يرتبط مع واحد من جينات المقاومة للبياض الدقيقى فى الصنف Ashley (Van Vliet & Meysing ١٩٧٤).

ووُجدت المقاومة للبياض الزغبى (*P. cubensis*) فى سلالة الخيار J-13 المشتقة من الصنف Wisconsin 2843، وتبين أنه يتحكم فيها جين واحد أو جينات ذات سيادة غير تامة. وتظهر المقاومة فى صورة بقع صغيرة خضراء مصفرة ومائية المظهر ولا يتكون فيها أى تجرثم يذكر للفطر، ولم يحدث انهيار لهذه المقاومة فى حرارة ١٢ ْم (Petrov وآخرون ٢٠٠٠).

وتتوفر درجة عالية من المقاومة للبياض الزغبى فى سلالة الخيار Ames 2354، يتحكم فيها عدد قليل من الجينات الرئيسية بتأثير إضافى أكثر أهمية عن تأثيرات السيادة (Kozik وآخرون ٢٠١٣).

ولقد أمكن تحديد خمس واسمات RAPD (من بين ١٣٥ polymorphic RAPD markers) ترتبط بالجين dm المسئول عن مقاومة الخيار للفطر *P. cubensis* – مُسبب مرض البياض الزغبى – وعلى مسافات منه تراوحت بين ٩,٩، و ٣٢,٨ سنتى مورجان (Horejsi وآخرون ٢٠٠٠).

كذلك أمكن التعرف على ثلاث مناطق QTLs على الكروموسومين ٥، و٦ ترتبط بالمقاومة المتحصل عليها من *Cucumis hystrix* (Pang وآخرون ٢٠١٣).

لقد استمر استخدام المقاومة للبياض الزغبى فى الخيار – المستمدة من السلالة PI 197087 – والتى يتحكم فيها الجين dm-1 لأكثر من خمسين عامًا، إلى أن ظهرت سلالة جديدة من الفطر المسبب للمرض كانت قادرة على كسر تلك المقاومة. وقد أمكن التوصل إلى مصادر جديدة قادرة على مقاومة سلالة الفطر الجديدة، مثل: K8، و PI 197088، و PI 330628 التى أسلفنا الإشارة إليها، وتبين من دراسات خرائط الـ QTLs على تلك السلالات أن صفة المقاومة فيها كمية ومتنحية فى وراثتها، وأن الجينات المتحكمة فيها تقع على الكروموسومات 1، و 2، و 4، و 5، و 6 (Wang وآخرون ٢٠١٤).

هذا.. وتتميز سلالة الخيار CS-PMR1 الناتجة من التلقيح الذاتى للسلالة PI 197088 بمقاومتها العالية للبياض الزغبى، بينما يتميز صنف الخيار اليابانى Santou بمقاومته المتوسطة للمرض. وقد وُجد أن مقاومة CS-PMR1 ترتبط بعديد من QTLs ذات تأثيرات محدودة نسبيًّا، بينما وجد أن المقاومة المعتدلة للصنف Santou ترتبط بـ QTL رئيسية واحدة وربما – كذلك – بإثنتان من QTLs ذات تأثيرات محدودة (Yoshioka وآخرون ٢٠١٤).

ويرجع التباين الكبير فى نتائج دراسات وراثة المقاومة للبياض الزغبى فى الخيار إلى أربعة أسباب رئيسية، كما يلى:

١- وجود تباين كبير فى عشائر الفطر *Pseudoperonospora cubensis* مُسبب المرض، مع كثرة طُرزه المرضة وسلالاته.

٢- تأثر شدة الإصابة بالمرض بالتباينات البيئية فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية والأمطار وحركة اللقاح المرضى بفعل الرياح، وكذلك تأثرها بالتفاعل بين الفطر المرض والعائل والظروف البيئية.

٣- تنوع مصادر المقاومة وتباين وراثة المقاومة فيها.

٤- تباين المصادر الأصلية للمقاومة التى استُخدمت فى دراسات وراثة المقاومة؛ فاستخدم بعضها السلالة الهندية PI 197087، واستخدم بعضها الآخر السلالة الصينية P. R. 40 (Criswell وآخرون ٢٠١١).

هذا.. ويمكن الرجوع إلى Criswell وآخرين (٢٠١١) فيما يتعلق بدراسات وراثة المقاومة للبياض الزغبى فى الخيار.

طبيعة المقاومة

وُجد لدى مقارنة صنف الخيار Jinzha-2 المقاوم للفطر *P. cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى بالصنف Changchun Mici القابل للإصابة حدوث تحلل واسع وسريع لخلايا العائل فى خلال ٢٤ ساعة من العدوى بالفطر فى الصنف المقاوم، مقارنة بتحلل محدود ومتأخر لخلايا العائل حدث بعد ٧٢ ساعة من العدوى بالفطر فى الصنف القابل للإصابة. وبينما لم يؤثر التحلل المحدود المتأخر فى الصنف القابل للإصابة فى نمو الفطر، فإن التحلل السريع فى الصنف المقاوم حدَّ من تكوين الفطر للممصات (Ma & Cui ١٩٩٥).

التربية للمقاومة

بدأت تربية الخيار لمقاومة البياض الزغبى فى بورتريكو فى ثلاثينيات القرن الماضى بالبحث عن مصادر للمقاومة، حيث وُجدت فى الصنف الصينى Chinese Long والسلالة الهندية PI 197087، اللذان استخدما فى برامج التربية بالولايات المتحدة. وعلى الرغم من كثرة الجهود التى بُذلت فى التربية لمقاومة المرض فإن المقاومة لم تكن تامّة فى أى من الأصناف التجارية التى أُنتجت، وإنما هى — فقط — تحد من

تجرثم الفطر. وفى كثير من الأصناف المقاومة — مثل Palmetto — فإنه سريعًا ما ظهرت سلالات من الفطر كانت قادرة على كسر المقاومة. هذا.. ولا يتوفر صنف أو سلالة واحدة من الخيار قادرة على مقاومة كل سلالات الفطر المرض (Lebeda & Cohen ٢٠١١).

وقد أمكن الحصول على introgression line (هى: IL 52) من تلقيح بين الخيار وسلالة من *Cucumis hystrix*، كانت عالية المقاومة للبياض الزغبى (Pang وآخرون ٢٠١٣).

كذلك أمكن إنتاج سلالة جديدة من الخيار (DMR-NY 264) عالية المقاومة لسلالة جديدة من الفطر *P. cubensis* كانت قادرة على كسر المقاومة فى جميع الأصناف المقاومة المزروعة (Holdsworth وآخرون ٢٠١٤).

التربية لمقاومة البياض الدقيقى

يُسبب الفطر *Sphaeratheca fuliginea* مرض البياض الدقيقى فى الخيار، وهو المرض الذى يُنسب — أحيانًا — إلى الإصابة بالفطر *S. cucurbitae*.

مصادر ووراثة المقاومة وطرزها

يُذكر أن المقاومة للفطر *Sphaerotheca fuliginea* يتحكم فيها ثلاثة جينات متنحية، أعطيت الرموز: pm-1، و pm-2، و pm-3، إلا أن نتائج الدراسات الوراثية متضاربة فى هذا الشأن؛ فمثلاً.. يذكر Warid وآخرون (١٩٦٩) أن المقاومة يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية المتنحية، ويذكر آخرون (عن Dixon ١٩٨١) أن المقاومة يتحكم فيها جينان؛ أحدهما سائد، والآخر متنح، ويلزم تواجدهما معًا بهذه الصورة لظهور المقاومة بالأوراق؛ حيث لا يظهر تأثير الجين السائد إلا فى وجود الجين المتنحى، كما يلزم تواجد الجين الثانى (المتنحى) لظهور المقاومة بالسويقة الجنينية العليا. ويوجد جين ثالث متنح يؤدى — عند وجوده بحالة أصيلة — إلى منع ظهور المقاومة الكاملة، ولكنه لا يؤثر فى حالة مقاومة السويقة الجنينية العليا.

وقد ذُكِرَ أنه يتحكم جين واحد رئيسى متنحٍ (s) فى المقاومة للبياض الدقيقى فى الخيار. يُكسب هذا الجين مقاومة متوسطة بالسويقة الجنينية السفلى ومقاومة كاملة بالأوراق. ويتحكم فى مقاومة الأوراق جين سائد (R)، وهو جين لا يظهر تأثيره إلاّ فى وجود الجين المتنحى s. كما يوجد جين ثالث (I) مُثبط يمنع التعبير عن المقاومة الكاملة، ولكنه لا يؤثر فى الجين s. ويبدو أن سلالتى الخيار PI 212235، و PI 234517، والصنف Natsufushinari تحتوى على نفس جينات المقاومة (Shanmugasundaram وآخرون ١٩٧١).

وتبين أن نباتات منتخبة من سلالة الخيار الهندية PI 97088 تحمل جينًا سائدًا جزئيًّا لمقاومة البياض الدقيقى (Munger وآخرون ١٩٧٩).

ولقد أجرى تقييم شمل ١٧٧ صنفًا وسلالة من الخيار لمقاومة الفطر *S. fuligninea*، ووُجد أن ١٠٨ منها تحمل مقاومة جزئية للفطر. وأظهرت التلقيحات مع ٣٥ صنفًا وسلالة منها حمل بعضها لجين واحد متنحٍ أو أكثر من جين متنحٍ للمقاومة يختلف عن جينات المقاومة للبياض الدقيقى التى تحملها السلالة NPI المستخدمة فى التربية، وهى التى تعانى أوراقها من ظاهرة الاصفرار المخضر فى الخريف والشتاء وبداية الربيع فى هولندا. والسلالات والأصناف التى يُعتقد فى حملها لجين أو جينات جديدة للمقاومة، هى: 2145، و LV 41، و PI 188807، و Vladivostokij، و White، و Yellow 1 (Zijlstra & Groot ١٩٩٢).

ولوحظ وجود طرازين للمقاومة للبياض الدقيقى فى الخيار، هما: مستوى عالٍ من المقاومة فى الأصناف التى تعانى من ظاهرة الاصفرار خلال فترات انخفاض شدة الإضاءة (يُراجع لذلك العنوان التالى)، وطراز آخر تظهر فيه مقاومة الساق للمرض، مع مقاومة جزئية فقط بالأوراق فى صنف الخيار Flamingo، كما تحمَّل هذا الصنف المستوى العالى من اللقاح المرض، وأعطى محصولاً مماثلاً لمحصول الأصناف عالية المقاومة. ويسمح الاعتماد على هذا الصنف بخفض جرعة المبيدات الفطرية المستخدمة فى مكافحة

المرض دون الدخول فى مشاكل اصفرار الأوراق فى الربيع والخريف (Aalbersberg & Stolk ١٩٩٥).

وتتوفر المقاومة فى سلالة الخيار المرباة داخليًّا WI 2757، وأمكن التعرف فيها على ست مناطق جينية فى أربعة كروموسومات تحمل QTLs لمقاومة البياض الدقيقى. ومن بين تلك الـ QTLs الست.. تم تحديد pm1.1، و pm1.2 على الكروموسوم 1، وقد تحكمتا فى مقاومة الأوراق، وتحديد الـ QTL الثانوية pm3.1 على الكروموسوم 3، و pm4.1 على الكروموسوم 4، وقد أسهمتا فى القابلية للإصابة بالمرض، وأمكن كذلك تحديد الـ QTLs الرئيسيتان pm5.1، و pm5.2 على مسافة حوالى ٤٠ سنتى مورجان على الكروموسوم 5، وتتحكم كل واحدة منها فى ٢١٪–٧٤,٥٪ من تباينات الشكل المظهرى. وقد تبين أن الاثنتان من الـ QTLs الرئيسية المتنحية، وهما مرتبطتان معًا على الكروموسوم 5، إضافة إلى QTLs ثانوية على الكروموسومات الأخرى تتحكم فى المقاومة للبياض الدقيقى فى السلالة WI 2757. وتلعب الـ QTL — التى تُعطى الرمز pm 5.2 — دورًا أساسيًّا فى مقاومة المرض، وهى خاصة بمقاومة السويقة الجنينية السفلى (He وآخرون ٢٠١٣).

ارتباطات المقاومة

يذكر H. M. Munger أنه يكفى الانتخاب لمقاومة البياض الزغبى؛ للحصول على مقاومة للبياض الدقيقى، والعكس أيضًا صحيح؛ الأمر الذى يعنى تحكم نفس النظام الوراثى فى المقاومة لكلا المرضين، وأن طبيعة المقاومة واحدة فى كليهما.

واكتُشف — كذلك — ارتباط آخر بين المقاومة للبياض الدقيقى وجين سائد يجعل الثمار ذات لون أخضر شاحب وهى فى مرحلة النضج الاستهلاكى (Kooistra ١٩٧١).

وتُظهر أصناف الخيار المقاومة للبياض الدقيقى فى زراعات البيوت المحمية شتاءً فى هولندا.. تُظهر أعراضًا تشبه أعراض التسمم بالفوسفور؛ تتمثل فى حدوث اصفرار بالأوراق المكتملة النمو على الساق الرئيسى، مع تكون بقع متحللة بين العروق أحيانًا. وليمكن تمييز النباتات المقاومة الأقل إظهارًا للاصفرار، أُوصى بزيادة معدل التسميد

الفوسفاتى لأجل زيادة شدة أعراض الاصفرار؛ حيث يمكن تمييز النباتات المقاومة للبياض الدقيقى — والأقل إظهارًا للاصفرار — عن غيرها من النباتات المقاومة والأكثر عرضة للاصفرار (Groot وآخرون ١٩٩٢).

وفى محاولة للتعرف على العلاقة بين المقاومة للبياض الدقيقى والحساسية لاصفرار الأوراق، لُقح الصنف المقاوم للبياض والحساس للاصفرار Profito مع الصنف القابل للإصابة بالبياض وغير الحساس للاصفرار Coron، ومن الدراسة على أربع سلالات من جيل التربية الداخلية السادس وُجد أن صفتى المقاومة للبياض الدقيقى والحساسية للاصفرار مرتبطتان إيجابيًّا (r = ٠,٥٩)، وأن أحد جينات المقاومة للبياض الدقيقى — أو أكثر من جين — قد تسبب حساسية للاصفرار كتأثير متعدد، أو ربما يكون جين أو جينات المقاومة شديدة الارتباط بجين أو جينات الحساسية للاصفرار، ولكن جينات أخرى غير مرتبطة بجينات المقاومة للبياض يمكن أن تُسبب الحساسية للاصفرار (Zijlstra وآخرون ١٩٩٥).

تأثير درجة الحرارة على المقاومة

أظهر صنفا الخيار Asomidori-5-gou، و Natsufushinari مقاومة للفطر *Sphaerotheca cucurbitae* مسبب مرض البياض الدقيقى فى حرارة ٢٥–٣٠ ْم، ولكنهما كانا قابلين للإصابة فى حرارة ١٥–٢٠ ْم وتأثرت المقاومة بفترة التعرض لحرارة ٣٠ ْم، و ١٥ ْم خلال النهار.

وعندما أُجرى تقييم للمقاومة شمل ٢٩٥ صنفًا وسلالة فى حرارة ٢٠، و٢٦ ْم.. أظهرت السلالة PI 197088-5 — وهى نسل للسلالة الهندية PI 197088 — أعلى مستوى من المقاومة من بين جميع السلالات المختبرة، ولم تتأثر مقاومتها بدرجة الحرارة. وأوضحت الدراسة أن مقاومة تلك السلالة يتحكم فيها زوجان من الجينات، أحدهما متنحٍ والآخر سائد جزئيًّا (التركيب الوراثى aa BB). وبالمقارنة.. تبين أن التركيب الوراثى لصنفين آخرين مقاومين هو aa bb للصنف Natsufushinari، و AA bb للصنف Sharp1 (Morshita وآخرون ٢٠٠٠، و ٢٠٠٣)

ولقد أمكن من تلك الدراسة — التى قيم فيها ٢٩٥ صنفًا وسلالة من الخيار لمقاومة البياض الدقيقى — تمييز ثلاثة طُرز من الاستجابة للعدوى بالفطر، كما يلى:

١- طراز I ظهرت فيه المقاومة فى حرارة ٢٠، و٢٦°م، وشمل سبعة مدخلات.

٢- طراز II ظهرت فيه المقاومة فى حرارة ٢٦°م فقط.

٣- طراز III كانت فيه النباتات قابلة للإصابة فى حرارة ٢٠، و ٢٦°م، وشمل باقى المدخلات المقيمة.

هذا.. وكان الكثير من المدخلات المقاومة صينية الأصل، وكانت السلالة PI 197088-5 — وهى من نسل السلالة الهندية PI 197088 — الأعلى مقاومة من بين جميع المدخلات المقيمة (Morishita وآخرون ٢٠٠٢).

طبيعة المقاومة

أوضحت دراسة تشريحية على السلالة PI 197088-1 — وهى سلالة شقيقة للسلالة PI 197088-5 وكلتاهما على درجة عالية من المقاومة — حدوث تثبيط وتأخير لنمو وتطور هيفات الفطر بعد يومين من العدوى به، وانخفض كثيرًا عدد الممصات التى أرسلها الفطر لخلايا السلالة عما حدث فى الصنف القابل للإصابة Sharp 1، وبدا أن المقاومة مردها إلى تفاعل فرط حساسية (Morshita وآخرون ٢٠٠، و ٢٠٠٣).

بعض أصناف الخيار التجارية المقاومة

من بين مصادر المقاومة للبياض الدقيقى فى أصناف الخيار التجارية، ما يلى:

أولاً: أصناف متحملة للمرض، ومنها: Vlasstar — Meteor (إنتاج Asgrow) — Slice More — Slice King — Slice Max — SCU-6601 — Prolific — Tasty Green (إنتاج Sakata Seeds).

ثانيًا: أصناف متوسطة المقاومة، ومنها: Excel M — Discover M –Cyclone — Vlaspik M — Thunder — Sprint 440 — Lighting — Francipak (إنتاج Asgrow).

التربية لمقاومة الأنثراكنوز

طرق التقييم للمقاومة

يُعرف من الفطر المسبب للمرض سبع سلالات باثولوجية، ويعرف الطور الكامل perfect stage للفطر باسم *Glomerella cingulata* var. *orbiculare*. ومن المصادر القياسية لمقاومة الفطر السلالة PI 197087. وبالنسبة للسلالة 1 من الفطر فإنها تُصيب الصنف Wisconsin SMR 18، بينما يقاومها الصنف GY14.

تُجرى العدوى برش معلق جراثيم الفطر على الأوراق الفلقية لبادرة الخيار بعد ٣–٤ أيام من الإنبات، مع إبقاء النباتات فى الظلام لمدة ٤٨ ساعة بعد العدوى على ٢٠ °م و ١٠٠٪ رطوبة نسبية، ثم نقلها إلى ٢٤–٣٢°م. يُجرى التقييم بعد ٦–٨ أيام من العدوى.

مصادر ووراثة المقاومة

وجدت المقاومة للأنثراكنوز فى سلالة الخيار P. I. 197087 من الهند التى أسلفنا الإشارة إليها، وهى مقاومة كمية يتحكم فيها عديد من الجينات، وربما بعض العوامل المحورة أيضًا (Barnes & Epps ١٩٥٥).

كذلك وُجد أن مقاومة سلالة الخيار AR 79-95 للسلالة 2 من الفطر *C. orbiculare* يتحكم فيها ما لا يقل عن خمسة جينات بعضها سائد وبعضها الآخر متنحٍ، وكان الفعل الجينى سائدًا ومضيفًا وبدون تفوق، كما كانت درجة التوريث على النطاق الضيق منخفضة (Linde وآخرون ١٩٩٠).

ولقد أُجرى تقييم لمجموعة جيرمبلازم الخيار فى الولايات المتحدة لمقاومة الفطر *C. orbiculare*، وتبين أن ٣١ من السلالات والأصناف المقيمة كانت مقاومة، و١٠٠ منها كانت متوسطة المقاومة، و٧٧٣ كانت قابلة للإصابة. وكان أكثر الأصناف مقاومة هى Dual، و Regal، و Slice، و Gy 3. ووجد — كذلك — أن جميع الأصناف والسلالات — التى كانت قد وجدت مقاومة فى دراسات أخرى سابقة — كانت فى هذه الدراسة مقاومة أو متوسطة المقاومة باستثناء السلالتين PI 179676، و PI 183445 اللتان كانتا قابلتين للإصابة فى هذه الدراسة (Wehner & St. Amand ١٩٩٥).

التربية لمقاومة مرض بقع التهديف الورقية

يسبب الفطر *Corynespora cassiicola* مرض بقع التهديف الورقية target leaf spot فى الخيار.

على الرغم من اتساع مدى عوائل الفطر، فإن عزلات الفطر من الخيار لا تُصيب سوى الخيار، وعزلات العوائل الأخرى لا تُصيب الخيار، ولا تُعرف سلالات باثولوجية من الفطر أو حالات لكسر المقاومة.

حُصِلَ على المقاومة للفطر *C. cassiicola* من سلالات PIs وأصناف من هولندا، ومنها: PI 277741، و PI 255936.

تُجرى العدوى بالفطر بعد ٤ أيام من بزوغ البادرات المزروعة فى صوانى إنتاج الشتلات بوضع ٠,٠١ مل من معلق جراثيم الفطر على السطح العلوى لإحدى الأوراق الفلقية لكل نبات، مع حفظ النباتات على ٢٤–٢٨°م لمدة ٤٨ ساعة بعد العدوى. تظهر أعراض الإصابة بعد ذلك بأربع وعشرين ساعة.

التربية لمقاومة عفن بوتريتس

أمكن تحويل الخيار وراثيًّا بجين الشيتينيز chitinase من الأرز (وهو الجين RCC 2) وجعله مقاومًا للفطر *Botrytis cinerea* مُسبب مرض العفن الرمادى (Koga-Ban وآخرون ٢٠٠٤).

ولقد كانت السلالات المحولة وراثيًّا بهذا الجين مقاومة لاختراق الفطر لها ولنموه بداخلها. ووجد أن هذا الجين ينعزل فى تهجينات إحدى السلالات المحولة وراثيًّا بنسبة ٣ مقاوم : ١ قابل للإصابة (Tabei وآخرون ١٩٩٧).

التربية لمقاومة عفن وسط الثمرة

التقييم للمقاومة

يمكن إجراء اختبار مقاومة الخيار لمرض عفن وسط الثمرة belly rot الذى يسببه الفطر *Rhizactonia solani* إما فى الحقل، وإما باستخدام ثمار مفصولة بقطر ٥ سم

فى الصوبة، توضع على تربة معقمة، مع توفير مزرعة من الفطر المرض تحت الثمار ورطوبة أرضية عالية مع الرذاذ لمدة دقيقة واحدة فى ثلاثة أيام متتالية بعد العدوى، وتسجيل شدة الإصابة بعد ١٠ أيام. وقد تميز اختبار الحقل بانخفاض معامل التباين فى قراءة شدة الإصابة.

مصادر ووراثة المقاومة

تتوفر مقاومة عالية جدًّا (وربما مناعة) للإصابة بالفطر *R. solani* فى السلالة الهندية PI 165509 من الصنف النباتى *C. sativus* var. *sikkinensis* (وهى التى أسلفنا الإشارة إليها)؛ فعند وضع ثماره على رمل ملوث بالفطر فإنها لم تُصب بالفطر نهائيًّا، بينما أُصيبت ثمار سلالات الخيار المقاومة بعد ١٠ أيام، والسلالات القابلة للإصابة فى خلال ٥–١٠ أيام. وقد وجدت مقاومة كذلك فى السلالات الهندية PI 197085، و PI 197086، و PI 197087، و PI 197088.

ووجد أن مناعة السلالة PI 165509 يتحكم فيها جين واحد سائد (Clark & Block ١٩٨٤).

وعندما أُجرى تقييم لـ ١٠٥ أصل وراثى من الخيار لمقاومة عفن وسط الثمرة كانت أكثر سلالات خيار التخليل مقاومة كلاًّ من PI 197085، و PI 271328 ونباتات جيل رابع منتخبة من التهجين PI 280096 × PI 197087. أما أفضل مقاومة فى أصناف وسلالات خيار السلاطة فكانت فى كل من Marketmore 76، والجيل الأول Gy 14 × PI 197087. هذا ولم تكن صفة المقاومة لعفن وسط الثمرة مرتبطة بأى من الصفات البستانية التى دُرست والتى تضمنت طراز الثمرة، وطراز جلد الثمرة، ولون الأشواك، والصلابة (Uchneat & Wehner ١٩٩٨).

ولقد كانت أكثر سلالات الخيار مقاومة فى اختبارات الحقل والصوبة كلاًّ من: PI 163216، و PI 197088، و PI 357852، و PI 280096 (Wehner وآخرون ٢٠٠٤).

التربية لمقاومة الجرب

يسبب الفطر *Cladosporium cucumerinum* مرض الجرب فى الخيار.

طرق التقييم للمقاومة

لا يُعرف تواجد سلالات باثولوجية من الفطر المرض. تُجرى العدوى برش معلق جراثيم الفطر على بادرات الخيار وهى فى مرحلة انفراج الأوراق الفلقية وحتى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الخامسة. توضع النباتات بعد العدوى على ١٧–٢٠ °م فى الظلام لمدة ٢٤ ساعة مع ١٠٠٪ رطوبة نسبية، ثم ترفع الحرارة إلى ٢٥ °م. يُجرى التقييم للمقاومة بعد نحو ٥–٧ أيام من العدوى.

كما يمكن إجراء الاختبار لتقييم مقاومة الخيار لمرض الجرب بالطريقة التالية:

١– إنتاج بادرات الخيار فى حرارة ٢٠ °م.

٢– عدوى البادرات بعد يوم واحد من بزوغها بوضع ٥ ميكروليتر من معلق لجراثيم الفطر يحتوى على ٢ مليون جرثومة/مل على الأوراق الفلقية الحديثة الظهور.

٣– تحضين البادرات فى الظلام، و ١٠٠٪ رطوبة نسبية لمدة ٤٨ ساعة على ٢٠ °م؛ ثم على ٢٠ °م لمدة ٦ أيام فى الجو العادى.

٤– تُسَجَّل شدة الإصابة بعد ٨ أيام من العدوى بالفطر (Vaklounakis & Williams ١٩٨٩).

مصادر المقاومة

ظل صنف الخيار Maine No. 2 هو مصدر المقاومة الوحيد المعروف لمرض الجرب الذى يُسببه الفطر *Cladosporium cucumerinum*، وذلك حتى عام ٢٠٠٤ حينما قُيم ١٨٨ صنفًا وسلالة للمقاومة، ووُجد أن تسع منها لم تُظهر أى أعراض للإصابة، وهى. سلالات NSL أرقام: 5731، و 255933، و 264666، و 264667، و 306785، و 342951، و 354952، و 458845، و 535881. كذلك أظهرت نباتات السلالة

525075 المدى الكامل لأعراض الإصابة والمقاومة. أما باقى المدخلات فكانت قابلة للإصابة (Park & Havey ٢٠٠٤).

وراثة المقاومة

يتحكم جين واحد سائد فى المقاومة للفطر *Cladosporium cucumerinum* المسبب لمرض الجرب، ويأخذ هذا الجين الرمز Ccu. تكون سيادة هذا الجين غير تامة فى طور البادرات الصغيرة جدًّا؛ وبذا.. يمكن — باختبار النباتات فى هذه المرحلة من النمو — التمييز بين النباتات الأصيلة والخليطة فى صفة المقاومة. ويوصى بإجراء هذا الاختبار فى حرارة ١٧–١٨ْم (عن Walker ١٩٦٥).

وأوضحت دراسة وراثية أن الجين Ccu — الذى يتحكم فى المقاومة للفطر *C. cucumerinum* مُسبب مرض الجرب — والذى يتوفر فى السلالة المقاومة 9110Gt .. أوضحت أن هذا الجين يقع فى منطقة 670 kb للكروموسوم 2، كما وجد أن منطقة الـ 180 kb التى تحمل الجين Ccu يوجد بها عنقود من ستة جينات R للمقاومة (Kang وآخرون ٢٠١٠، و٢٠١٢).

كما وُجد أن هذا الجين (الموجود على الكروموسوم 2) يرتبط بواسمتى SSR — هما: SSR 03084، و SSR 17631 — على مسافة ٠,٧، و١,٦ سنتى مورجان، على التوالى، وكان معدل كفاءتيهما فى التعرف على الجين ٩٨,٣٪ (Zhang وآخرون ٢٠١٠).

هذا.. ولم يمكن التوصل إلى وجود ارتباط وراثى بين الجين Ccu المسئول عن المقاومة للجرب، وثمانى صفات مورفولوجية بالنبات (Vakalounakis & Klironomou ١٩٩٤).

طبيعة المقاومة

تؤدى عدوى النباتات المقاومة بالفطر المسبب للمرض إلى تحفيزها لتمثيل مادة تثبط نشاط الإنزيمات الـ Pectolytic التى يفرزها الفطر؛ وبذا.. يتوقف نمو الفطر. ويحدث ذلك فى غضون ٢٤ ساعة من العدوى (عن Dixon ١٩٨١).

التربية لمقاومة عفن فيتوفثورا الثمرى

أُجرى تقييم لمجموعة جيرمبلازم الخيار فى الولايات المتحدة — وعددها ١٠٧٦ صنفًا وسلالة — لمقاومة الفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض عفن فيتوفثورا، ووجدت المقاومة فى ثلاث سلالات منها، هى: PI 109483، و PI 178884، و PI 214049 (Colle وآخرون ٢٠١٤).

وقد وُجد لدى تقييم طبيعة النمو لنحو ١٥٠ من أصناف وسلالات الخيار أن نمو بعضها كان قائمًا أكثر من غيرها، وكانت أكثرها وضوحًا فى تلك الصفة السلالة PI 308916، وهى التى حملت ثمارها بعيدًا عن سطح التربة وكانت قليلة الإصابة بعفن فيتوفثورا الذى يسببه الفطر *Phytophthora capsici*، ليس لمقاومة وراثية فيه للفطر، ولكن لأن طبيعة حمله للثمار قللت من فرصة ملامسة الثمار للتربة الملوثة بالفطر (Ando & Grumet ٢٠٠٦).

ولقد تبين أن ثمار الخيار تكون شديدة القابلية للإصابة بالفطر *P. capsici* وهى حديثة العقد، ولكنها تصبح مقاوِمة عند بلوغها أقصى حجم لها بعد نحو ١٢–١٦ يومًا من التلقيح. ولقد وُجد أن المستخلص الميثانولى لقشرة الثمار التى فى هذا العمر يثبط نمو الفطر فى البيئة الصناعية (Colle وآخرون ٢٠١٤).

التربية لمقاومة الذبول البكتيرى

تسبب البكتيريا *Erwinia tracheiphila* مرض الذبول البكتيرى فى الخيار وغيره من القرعيات.

طرق التقييم للمقاومة

أعطت طريقة العدوى بالوخز بإبرة ملوثة بالبكتيريا نتائج مرضية للتقييم لمقاومة بكتيريا الذبول *Erwinia tracheiphila* فى الخيار. وتجرى العدوى بتلويث سن إبرة بالبكتيريا بغرزها فى قماش وقطن مشبعان بمعلق البكتيريا ومغلفان بسدادة مطاطية، ثم وخز الأوراق الفلقية لبادرات الخيار بها (Prend & John ١٩٦١). تُستخدم نفس الطريقة فى وخز الأوراق الصغيرة للنباتات وهى فى أى حجم للنمو النباتى.

توضع النباتات بعد العدوى فى حرارة ٢٤–٢٨ْم مع رطوبة نسبية عالية. وتُسجل شدة الإصابة بعد ٥–٧ أيام من إجراء العدوى.

مصادر ووراثة المقاومة

تتوفر المقاومة للبكتيريا *E. tracheiphila* المسببة لمرض الذبول البكتيرى فى الخيار، ويتحكم فيها جين واحد سائد يأخذ الرمز Bw. وكانت هذه المقاومة قد اكتشفت فى سلالة الخيار PI 200818 التى جُلبت من بورما (Nuttall & Jasmin ١٩٥٨).

وقد وجد Iezzoni & Peterson (١٩٨٠) ارتباطًا قويًّا بين الجين Bw والجين M الذى يتحكم فى نوع الزهرة من حيث جعلها مؤنثة، أم خنثى، وكانت المسافة بينهما وحدة عبور واحدة.

وفى دراسة أخرى.. قارن Staub & Peterson (١٩٨٦) أربعة أزواج من السلالات الأنثوية التى تتشابه سلالتا كل زوج منها فى أصولها الوراثية، ولكنها تختلف فى مقاومتها أو قابليتها للإصابة بالذبول البكتيرى، ووجد الباحثان أن السلالات القابلة للإصابة أبكر إزهارًا، وأعلى محصولاً، وأطول ثمارًا من السلالات المقاومة. كذلك كانت هجن السلالات المقاومة متأخرة الأزهار، وأقل محصولاً.

ومن مصادر المقاومة الأخرى المعروفة لبكتيريا الذبول سلالاتى الخيار: PI 200815، و PI 222187.

التربية لمقاومة تبقع الأوراق الزاوى

تسبب البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* مرض تبقع الأوراق الزاوى target leaf spot فى الخيار وغيره من القرعيات.

طرق التقييم للمقاومة

لا تعرف سلالات باثولوجية من البكتيريا المسببة للمرض.

ويجرى التقييم لمقاومة المرض بعدوى الأوراق الفلقية بعد ٣–٤ أيام من بزوغ بادرات الخيار، وتحفظ النباتات فى الظلام لمدة ٤٨ ساعة على ٢٠ْم و١٠٠٪ رطوبة نسبية، ثم ترفع الحرارة إلى ٢٤–٣٢ْم. تُقيم شدة الإصابة بعد ٦–٨ أيام من العدوى.

مصادر ووراثة المقاومة

أُجرى تقييم شمل ٤٩ سلالة من ١٦ نوع برى من الجنس *Cucumis* وأصنافًا تجارية من الخيار لمقاومة البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*، ولم يُعثر على أى مقاومة كاملة فى أى من المدخلات المقيمة، إلاّ إنه لوحظ تحلل محدود بأوراق أربع سلالات برية، هى: PI 203974 من *C. africans*، و CUC 28/1974 من *C. anguria* var. *longipes*، والسلالة CUM 238/1974 من *C. melo* subsp. *conomon* Baja-Gua، والسلالة PI 299572 من *C. zeyheri*. ولقد وجدت اختلافات كمية بين سلالات الـ *cucumis* فى شدة أعراض المرض التى ظهرت عليها (Kudela & Lebeda ١٩٩٧).

وقد ذُكر أن من سلالات الخيار التى تحتوى على بعض المقاومة: PI 169400، و PI 264664، و PI 267086، و PI 267745، و PI 257486، و PI 137848، ومن الأصناف القياسية المقاومة Gy14.

هذا.. ويتحكم فى المقاومة للبكتيريا *P. syringae* pv. *lachrymans* مسببة مرض تبقع الأوراق الزاوى فى الخيار عديد من الجينات. وقدرت درجة توريث صفة المقاومة بنحو ٥٣٪. ويتحكم فى ظهور الهالة الصفراء المخضرة من عدمه بالأوراق المصابة جين واحد مع سيادة ظهور الهالة، أى سيادة القابلية للإصابة. ولقد أمكن التعرف على واسمة RAPD ترتبط بالجين المتحكم فى ظهور الهالة من عدمه، وعلى مسافة ١٣ سنتى مورجان منه (Olczak-Woltman وآخرون ٢٠٠٨).

عرض موجز لجينات المقاومة للأمراض

يُعرف ما لا يقل عن ١٥ جينًا تتحكم فى المقاومة للأمراض فى الخيار.

فيتحكم ثلاثة جينات فى المقاومة للفيروسات، هى: الجين السائد Cmv الخاص بالمقاومة لفيرس موزايك الخيار، إلاّ أن دراسات أخرى ذكرت أن المقاومة أكثر تعقيدًا. ويتحكم جينان فى المقاومة لفيرس موزايك البطيخ، هما: Wmv، و wmv-1-1، كما يتحكم الجين zymv فى المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر.

ويتحكم الجين السائد Ccu فى المقاومة للفطر *Cladosporium cucumerinum* مسبب مرض الجرب، والجين السائد Bw فى المقاومة للبكتيريا *Erwinia tracheiphila*

مسببة مرض الذبول البكتيرى. كذلك يعرف الجين السائد Cca الذى يتحكم فى المقاومة للفطر *Corynespora cassicola* مسبب مرض بقع التهديف الورقية target leaf spot، ويتحكم الجين Cm فى المقاومة للفطر *Corynespora melonis* مسبب مرض لفحة كورينسبورا، ويتحكم الجين السائد Foc فى المقاومة للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى، ويتحكم الجين Ar فى المقاومة للفطر *Colletotrichum lagenarium* مسبب مرض الأنثراكنوز.

وفى المقابل.. يتحكم الجين المتنحى cla فى المقاومة للسلالة 1 من الفطر *Colletotrichum lagenarium*، والجين المتنحى psl فى المقاومة للبكتيريا *Pseudomonos lachrymans* مسببة مرض تبقع الأوراق الزاوى.

وقد ذكرت ثلاثة جينات تتحكم فى المقاومة للبياض الدقيقى، هى: pm-1، و pm-2، و pm-3. كما ذُكرت جينات أخرى تتحكم فى المقاومة للمرض لكن لم تُدرس علاقتها بالجينات السابقة.

أما المقاومة للبياض الزغبى فقد ذُكر أنه يتحكم فيها ثلاثة جينات متنحية (dm-1، و dm-2، و dm-3)، أو ثلاثة جينات سائدة جزئيًّا، أو نتيجة للتفاعل بين جين سائد للقابلية للإصابة وآخر متنحٍ للمقاومة، أو جين واحد أو جينين ذوى سيادة غير تامة، أو جين واحد متنحٍ. ويبدو حاليًّا أنه يوجد ثلاثة جينات – على الأقل – تتحكم فى المقاومة للبياض الزغبى، أحدها مصدره الصنف الصينى Chinese، والثانى مصدره السلالة PI 197087، والثالث مصدره السلالة PI 197088 (عن Call & Wehner ٢٠١١).

المقاومة المتعددة للأمراض

تتوفر المقاومة المتعددة للأمراض فى غالبية أصناف خيار السلاطة الأمريكية، وخاصة المقاومة لأمراض البياض الدقيقى، والبياض الزغبى، والجرب، وفيرس موزايك الخيار، وتبقع الأوراق الزاوى، والأنثراكنوز. ومن المقاومات الأخرى التى يشيع تواجدها فى عديد من الأصناف – وإن كانت أقل انتشارًا – فيرس بقع البباظ الحلقية، وفيرس موزايك البطيخ، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر. ومن الأصناف التى تحمل مقاومة

لجميع الأمراض التى أسلفنا بيانها — وكذلك المقاومة لمرض بقع التهديف المرضية target leaf spot — الأصناف: Indio (مفتوح التلقيح)، و Thunderbird (هجين).

ويتكرر الأمر ذاته بالنسبة لأصناف خيار التخليل، ولكن تقل فيها — كثيرًا— حالات المقاومة المتعددة للأمراض التى تتضمن — كذلك — المقاومة لفيروسات بقع الباباظ الحلقية، وموزايك البطيخ، وموزايك الزوكينى الأصفر، كما لا تتوفر المقاومة لتبقع الأوراق الزاوى سوى فى الصنف SMR 58 (Cornell Vegetable MD Online — الإنترنت — ٢٠٠٦).

ويُعد صنف الخيار Marketmore 97 — الذى أنتجه دكتور H.M. Munger — من أهم أصناف خيار السلاطة، وهو الذى تتميز ثماره بلونها الخارجى الأخضر وبأشواكها البيضاء، والتى يبلغ متوسط طولها ١٨,٨ سم وقطرها ٤,٨ سم. وبالإضافة إلى صفات المقاومة لكل من فيرس موزايك الخيار CMV، والجرب (الذى يُسببه الفطر *Clodosporium cucumerinum*)، والبياض الزغبى (الذى يُسببه الفطر *Pseudoperonospora cubensis*)، والبياض الدقيقى (الذى يُسببه الفطر *Sphaerotheca fuliginea*).. وهى المقاومات التى يتميز بها صنف الخيار Marketmore 76 فإن صنف الخيار Marketmore 97 الذى أُنتج بالتلقيح الرجعى للصنف Marketmore بواسطة H.M. Munger ومعاونوه يحمل — كذلك — مقاومات لكل من تبقع الأوراق الألترنارى (الذى يسببه الفطر *Alternaria alternata*)، وتبقع أوراق أولوكلاديم Ulocladium leaf spot (الذى يسببه الفطر *Ulocladium cucurbitae*)، وبقع التهديف الورقية target leaf spot (الذى يُسببه الفطر *Corynespora cassicola*)، وفيرس موزايك البطيخ، وفيرس تبقع الباباظ الحلقى، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر. كما أن خلو نباتات هذا الصنف من المرارة تجعله غير مفضل لكل من خنفساء الخيار المخططة *Acalymma vittatum*، وخنفساء الخيار المبقعة *Diabrotica undecimpunctata howardi*. وتتوفر — كذلك — سلالة أنثوية gynoecious متماثلة وراثيًّا مع الصنف Marketmore 97. ولا يختلف محصول الصنف Marketmore 97 عن محصول أصناف Marketmore الأخرى (Cavatora وآخرون ٢٠٠٧).

وتُعرف المقاومة المتعددة للأمراض فى أصناف مختلف طرز الخيار، كما يلى (عن Blancard وآخرين ١٩٩٤).

الطراز	الصنف	المقاومات [أ]
البيت ألفا أو المنى Mini	Akhdar	Cl, O
	Arable	CMV
	Arabio	Cl, O
	Astarte	Cl, Co, CMV
	Bahia	CMV
	Banza	Cl, CMV, O
	Bet Alpha	CMV
	Cantor	CMV
	Caprice	Cl, CMV
	Carlton	M
	Comet A	Cl, O, P
	Cora	CMV
	Cordito	Cl, O
	Dina	Cl
	Douceur	CMV, PRSV
	Emily	Cl, CMV
	Esmeralda	Cl
	Farid	Cl, O, M
	Farol	Cl, O
	Figaro	Cl, O
	Hamada	CMV, O, M
	Jabal	Cl, O, M
	Jamil	Cl, O, M
	Karim	Cl, O, M
	Khalifa	CMV
	Maram	Cl
	Meta	Cl, CMV, O
	Midistar	O, M
	Minisol	Cl

يتبع

تابع:

الطراز	الصنف	المقاومات [أ]
	Miracross	CMV, PRSV
	Mirella	CMV
	Monarch	Cl, CMV, O, M, P
	Nabil	Cl, O, M
	Noor	Cl, O
	Pamfilia	Cl, Co, CMV
	Paska	Cl, CMV, O
	Petita	Cl, Co, CMV
	Picobello	Cl
	Pigal	O, M
	Ramita	CMV, O, M,
	Rawa	Cl, CMV, O, M
	Reem	O, M
	Sabeel	Cl, O
	Safaa	CMV, O, M
	Sahara	Cl
	Samar	Cl, Co, O
	Silor	Cl, CMV, O
	Taha	Cl, O, M
	WSM 55	Cl, O
	WSM 64	Cl, O
	Zena	CMV, PRSV
طراز الجركن	Accordia	Cl, CMV, O
	Adonis	Cl, CMV, M
	Alert	Cl, CMV, M
	Alvira	Cl, CMV, O
	Amanda	Cl, CMV, O
	Anka	Cl, CMV, O

يتبع

تابع:

الطراز	الصنف	المقاومات [أ]
	Anuschka	Cl, CMV, O, M
	Arena	Cl, CMV, M
	Bix Domino	Cl, CMV, O, M
	Bounty	Cl, CMV, O, M, P
	Burgos	Cl, CMV, O, M
	Calypso	Cl, CMV, O, M, P
	Capir	Cl, CMV, O, M
	Cardura	Cl, CMV, O
	Carolina	Cl, CMV, O, M, P
	Carpadon	Cl, CMV, O
	Ceto	Cl, CMV,
	Christine	Cl, CMV, O
	Colet	Cl, CMV, O
	Davista	Cl, CMV
	Donja	Cl, CMV, O, M
	Doplus	Cl, CMV, O
	Dura	Cl, CMV, O
	Elena	Cl, CMV, O
	Elon	Cl, CMV, O
	Fablo	Cl, CMV
	Fancipak	Cl, CMV, O, M, P
	Fanfare	Cl, CMV, O
	Flurry	Cl, CMV, O, M, P
	Fortos	Cl, CMV, O
	Ginor	Cl, CMV
	Hyclos	CMV
	Ilonca	Cl, CMV, O
	Inge	Cl, CMV, O

يتبع

تابع:

الطراز	الصنف	المقاومات [أ]
	Kobus	Cl, CMV, O, M, P
	Leonore	Cl, CMV, O
	Levina	Cl, CMV, O
	Levo	Cl, CMV
	Lucky Strike	CMV, M
	Marinda	Cl, CMV, O
	Maxor	Cl, CMV
	Melani	Cl, CMV, O
	Meresto	Cl, CMV, O
	Metula	Cl, CMV, O
	Milex	Cl, CMV, O
	Milglas	Cl, CMV, O
	Naf Fanto	Cl, CMV, O
	Ouverture	Cl, CMV, O
	Parifin	Cl, CMV
	Parigyno	CMV
	Parker	Cl, CMV, O
	Parmel	Cl, CMV, O
	Parnita	Cl, CMV, O, M
	Paula	Cl, CMV, O
	Pepito	Cl, CMV, O
	Pik Rite	Cl, CMV, O, M, P
	Pionnier	Cl, CMV, O
	Premier	Cl, CMV, O, M, P
	Profi	Cl, CMV, O
	Score	Cl, CMV, O
	Sena	Cl, CMV, M

يتبع

تابع:

الطراز	الصنف	المقاومات (أ)
	Talgo	Cl, CMV, O
	Tamor	Cl, CMV, O, M, P
	Tomara	Cl, CMV, O
	Triplecrown	CMV, O, P
	Wilma	Cl, CMV, O
	Witlo	CMV, O
طراز الخيار الشوكى	Amiral	Cl, CMV, O
	Astrea	Cl, CMV, O
	Belair	O, M, P
	Belcanto	Cl, Co, CMV, O, P
	Bellando	Cl, CMV, O, M, P
	Breso	Cl, CMV, O
	Comet A	Cl, CMV, O, M, P
	Darina	Cl, CMV, O, M, P
	Gynial	Cl, CMV
	Highmark	Cl, CMV, M
	Jazzer	Cl, CMV, O, M
	Le Généreux	CMV
	Marenka	Cl, CMV, O, M, P
	Marketmore	P
	Marketmore 76	Cl, CMV, O, M
	Monarch	Cl, CMV, O, M, P
	N° 70	Cl, CMV, O, P
	Poinsett	O
	Poinsett 76	Cl, O, M, P
	Prestige	CMV
	Slice King	O, M, P
	Sprint	Cl, CMV, O

يتبع

تابع :

الطراز	الصنف	المقاومات [أ]
	Sprint 440	Cl, CMV, O, M, P
	Striker	Cl, CMV, O, M, P
	Sweet Slice	CMV, O, M, PRSV, ZYMV
	Victory	Cl, CMV, O, M
أصناف الزراعات المحمية	Amazone	Cl
	Aramon	Cl, O
	Ardo	CMV
	Aurelia	Cl, Co
	Avir	Cl
	Bambina	Cl
	Belitta	Cl, Co
	Bella	Cl, Co, O
	Birgit	Cl, Co
	Boloria	Cl, Co
	Boneva	Cl, Co
	Brudania	Cl, Co
	Brunex	Cl, Co
	C 445	Cl
	C 561	Cl
	Camirex	Cl, Co, O
	Canex	Cl, Co, O, M
	Cargo	M, P
	Carmen	O, M
	Cilla	Cl, Co
	Colias	Cl, Co
	Cordoba	Cl, O
	Corona	Cl, Co

يتبع

تابع:

الطراز	الصنف	المقاومات [أ]
	Daleva	Cl
	Dalibor	Cl
	Dorian	Cl, Co
	Elka	Cl, Co
	Euphya	O
	Falko	Cl
	Famosa	Cl
	Farbio	Cl
	Farbiola	Cl
	Farona	Cl
	Fembasy	Cl, Co, O, M
	Fertila	Cl
	Fidelio	Cl, O, M
	Fytos	Cl, O
	Gador	Cl, Co, O
	Girola	Cl, Co
	Grandiosa	Cl
	Ingrid	Cl, Co
	Jessica	Cl
	Kamaron	Cl, Co
	Kivia	Cl, Co
	Lucinde	Cl
	Manu	Co
	Marillo	Cl, O
	Mildana	Cl, Co, O, M
	Millio	Cl, O
	Mustang	Cl, Co
	Noval	Cl, M

يتبع

تابع:

الطراز	الصنف	المقاومات [أ]
	Palmera	Cl
	Pandorex	Cl, Co
	Pepinex	Cl, Co
	Perex	Cl, Co, O, M
	Primio	Cl
	Profito	O
	Radja	Cl, Co
	Rebella	Cl
	Regina	Cl
	Rival	Cl, P
	Salvador	Cl
	Samba	Cl
	Sanabel	Cl
	Sandoro	Cl
	Sandra	Cl, Co
	Saskia	Cl, Co
	Sofia	Cl, Co
	Sortena	Cl
	Stereo	Cl
	Superator	Cl, Co
	Toska 70	Cl
	Valore	Cl
	Ventura	Cl
	Verana	Cl, Co
	Vitalis	Cl

أ– الاختصارات:

Cl = *Cladosporium cucumerinum*
Co = *Corynespora cassiicola*
CMV = Cucumber Mosaic Virus
O = Oidium (*Sphaerotheca fuliginea* and/or *Erysiphe cichoracearum*)
M = *Pseudoperonospora cubensis* (Mildew)
P = *Pseudomononas lachrymans* (Angular spots)
PRSV = Papaya Ring Spot Virus (formerly WMV1)
ZYMV = Zucchini Yellow Mosaic Virus

كما يبين جدول (٤-٢) قائمة بعدد من أصناف الخيار المتعددة المقاومة للأمراض (عن Ware & McCollum ١٩٧٥).

جدول (٤-٢): قائمة ببعض أصناف الخيار المتعددة المقاومة للأمراض

الاستعمال	طبيعة الصنف	اسم الصنف	الأمراض التي يقاومها الصنف (أ)
الاستهلاك الطازج	مفتوح التلقيح	Ashley	٥، ٦
الاستهلاك الطازج	مفتوح التلقيح	Marketmore	٣، ٤
الاستهلاك الطازج	مفتوح التلقيح	Poinsett	١، ٢، ٥، ٦
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	Burpee's M&H Hybrid	٣، ٥، ٦
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	Challenger	٣، ٥
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	High Mark II	٣، ٤، ٥
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	Saticoy	٣، ٥
الاستهلاك الطازج	هجين أنثوى	Cherokee 7	١، ٢، ٥، ٦
الاستهلاك الطازج	هجين أنثوى	Gemini	١، ٣، ٤
الاستهلاك الطازج	هجين أنثوى	Meridian T	٣، ٤
التخليل	مفتوح التلقيح	Chipper	١، ٢، ٣، ٥، ٦
التخليل	مفتوح التلقيح	Pixie	١، ٢، ٥، ٦
التخليل	مفتوح التلقيح	Wisconsin SMR 18	٣، ٤
التخليل	مفتوح التلقيح	Wisconsin SMR 58	٣، ٤
التخليل	هجين أنثوى	Bounty	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦
التخليل	هجين أنثوى	Briney Hybrid	٣، ٤
التخليل	هجين أنثوى	Explorer	١، ٢، ٣، ٥، ٦
التخليل	هجين أنثوى	Green Beauty	٣، ٤، ٥، ٦
التخليل	هجين أنثوى	Picadilly	٣، ٤، ٥، ٦
التخليل	هجين أنثوى	Premier	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦

(أ) الأمراض هى: ١- تبقع الأوراق الزاوى، ٢- الأنثراكنوز، ٣- موزايك الخيار، ٤- الجرب، ٥- البياض الزغبى، ٦- البياض الدقيقى.

الفصل الخامس

تربية الخيار لمقاومة الفيروسات والنيماتودا والحشرات والأكاروس

التربية لمقاومة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر

مصادر ووراثة المقاومة

تتعدد مصادر المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر zucchini yellow mosaic virus (اختصارًا: ZYMV)، وتتفق — فيما بينها — فى وراثة المقاومة فيها، كما يلى:

• وجد أن مقاومة صنف الخيار الصينى Heipeitakua لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر يتحكم فيها جين واحد متنحٍ (Yang وآخرون ١٩٨٦).

• وُجد — كذلك — أن مقاومة نبات مُنتخب من صنف الخيار الصينى Taichung Mou Gua (اختصارًا: TMG) لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر (سلالة Connecticut) يتحكم فيها جين واحد مُتنح أُعطى الرمز zym (Provvidenti ١٩٨٧). ويذكر R. Provvidenti (اتصال شخصى ١٩٩٣) أن المقاومة التى يُوفرها هذا الجين سائدة فى النمو الخضرى، ولكنها متنحية فى الثمار؛ ولذا.. لا يجب استخدامها فى إنتاج الهجن إلاّ إذا وُجدت المقاومة فى الأبوين.

• يتحكم فى المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر فى صنف الخيار Dina جين واحد متنحٍ. تتميز المقاومة فى هذا الصنف فى الغياب الكامل لأعراض الإصابة بالفيرس فى مرحلتى البادرة والنبات البالغ (Hayja & Al-Shahwan ١٩٩١).

• تتوفر المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر فى سلالات مُتحصل عليها من هجين الخيار الهولندى Dina (السلالة Dina-1)، ومن الصنف الصينى Taichung Mou Gua (اختصارًا: TMG-1) اللذان أسلفنا الإشارة إليهما، وقد تبين أن جينى المقاومة فى كلا الصنفين يتواجدان فى نفس الموقع الجينى، إلاّ إن استجابتهما لعدوى الأوراق الفلقية

بالفيرس ليست متماثلة؛ فسلالة Dina-1 يظهر عليها اصفرار واضح بالعروق مع تراكم للفيرس لا يتعدى الورقة الحقيقة الأولى أو الثانية، بينما تبقى نباتات السلالة TMG-1 خالية من الأعراض ولا يتراكم فيها الفيرس. وقد وجد أن آليل القابلية للإصابة Zym سائد على الآليل zym^{Dina}، والأخير سائد على الآليل $zym^{TMG\text{-}1}$. كذلك بدا أن جين أو جينات المقاومة لكل من فيرس موزايك البطيخ المغربى، وفيرس موزايك البطيخ، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر تشكل جزءًا من عنقود جينى لمقاومة الفيروسات الـ poty فى الخيار (Kabelka وآخرون ١٩٩٧).

- وُجدت درجة عالية من القدرة على تحمل الإصابة بفيرس موزايك الزوكينى الأصفر فى سلالة متنحية من صنف الخيار Chinese Long وفى سلالة الخيار I-KS10C، وتبين أنه يتحكم فى تلك الصفة فيهما جين واحد متنحٍ (Salamon & Balogh ١٩٩٩).

- تتوفر المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر ZYMV فى سلالة الخيار A192-18، ويتحكم فيها جين واحد متنحٍ، أُعطى الرمز $zym^{A192\text{-}18}$، وهو يُحمل على الكروموسوم 6 بالقرب من واسمتى SSR على مسافة ٠,٩، و ١,٣ سنتى مورجان (Amano وآخرون ٢٠١٤).

هذا.. وتعرف ثلاثة مصادر لمقاومة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، ويتحكم فى كل منها جين واحد متنحٍ. وقد تبين بدراسة تلك المصادر (A192-18، و Dina-1، و TMG-1) أنها تُشفر لإنتاج نفس البروتين المرتبط بالمقاومة (Ramirez-Madera ٢٠١٧).

الارتباط مع المقاومة لفيرس موزايك البطيخ المغربى

تتميز السلالات المتحصل عليها من صنف الخيار الصينى Taichung Mou Guo (اختصارًا: TMG) — الذى أسلفنا الإشارة إليه — بمقاومتها لعديد من الفيروسات، منها: فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وفيرس ترقط الزوكينى الأصفر Zucchini Yellow Fleck Virus، وفيرس موزايك البطيخ، وسلالة البطيخ من فيرس بقع الباباظ الحلقية، وفيرس موزايك البطيخ المغربى، وقد تبين أن مقاومة إحدى تلك السلالات (وهى TMG-1) لفيرس

موزايك البطيخ المغربى يتحكم فيها جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز mwm^{v}، وأن هذا الجين هو ذاته الذى يتحكم فى المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر، أو أن المقاومة للفيروسين يتحكم فيها جينان شديدا الارتباط (Kabeklka & Grumet ١٩٩٧)

التحويل الوراثى لمقاومة الفيرس

أمكن تحويل الخيار وراثيًّا بجين الغلاف البروتينى لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وكانت النباتات المحولة وراثيًّا مقاومة للفيرس (Wako وآخرون ٢٠٠١).

طبيعة المقاومة

يتحكم الآليل zym^{Dina} فى مقاومة صنف الخيار دينا Dina (الذى أسلفنا الإشارة إليه) لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وهى مقاومة تؤثر فى حركة الفيرس؛ حيث لا يمكنه الانتقال فيه من الورقة المعداة لغيرها، وتنحصر أعراض الإصابة فى تلك الورقة بظهور تحللات بالعروق (Ullah & Grumet ٢٠٠٢).

وقد ظهرت أعراض الموزايك الشديدة جراء عدوى أوراق صنف الخيار Cordito القابل للإصابة بفيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وذلك فى جميع أوراق النبات التى تعلو موقع العدوى حتى القمة النامية، وكذلك الورقتين اللتان تقعان أسفل موقع العدوى. كما استُدِل من اختبارات الإليزا تواجد الفيرس بكثافة عالية فى جميع الأوراق التى ظهرت عليها أعراض الموزايك. وفى المقابل.. ظهرت أعراض طفيفة — فقط — للإصابة وذلك فى الورقتين التاليتين لموقع العدوى فقط، ولم تظهر أية أعراض على الأوراق التى تقع أسفله، كما أظهر اختبار الإليزا تواجد ضعيف للفيرس — فقط — فى أوراق قليلة تعلو موقع العدوى (Al-Shawan ٢٠٠٢).

التربية لمقاومة فيرس موزايك الخيار

التقييم للمقاومة

تقيم البادرات للمقاومة لفيرس موزايك الخيار بسهولة بحك أوراقها الفلقية برفق بالعصير الخلوى لنباتات مصابة بالفيرس بعد نثر قليل من الكربورندم على الأوراق

الفلقية، وتجرى عملية الحك بقطعة الشاش المبللة بالعصير. وتترك النباتات بعد ذلك فى حرارة ٢٨ْم وإضاءة لا تقل عن ١٠٠٠ قدم–شمعة؛ حيث تظهر نتيجة الاختبار فى خلال ٢٠ يومًا.

مصادر ووراثة المقاومة والتربية للمقاومة

إن معظم أصناف الخيار التجارية تُعد مقاومة لفيرس موزايك الخيار، وهى تستمد مقاومتها من الأصناف الشرقية المقاومة؛ وبخاصة الصنفان Chinese Long Green، و Tokyo Long Green اللذان يتكاثر فيهما الفيرس، ولكن بدرجة ضعيفة لا تتأثر معها النباتات.

ويتحكم فى هذه المقاومة جين واحد سائد يأخذ الرمز Cmv (Walker ١٩٦٥)، إلا أن باحثين آخرين وجدوا أنها أكثر تعقيدًا من ذلك (عن Robinsoin & Whitaker ١٩٧٤)، وكان لذلك الاختلاف ما يبرره.

فعلى الرغم من مقاومة صنف الخيار Tokyo Long Green لفيرس موزايك الخيار، فإن ذلك المصدر للمقاومة أقل كفاءة مما فى الصنف المقاوم Chinese Long. ولقد لُوحظت المقاومة للفيرس فى جيرمبلازم جُمع من الصين عام ١٩٢٦، وكان منها ذلك الصنف، وهو الذى استُخدم فى إنتاج الصنف Shamrock – بواسطة Poter – كأول صنف خيار تجارى مقاوم لفيرس موزايك الخيار. استُخدم الصنف Chinese Long – كذلك – بواسطة Henry Munger فى إنتاج الصنفين المقاومين Tablegreen، و Marketmore، وبواسطة J. C. Walker فى إنتاج الصنفين المقاومين WI SMR12، و WI SMR18.

وبينما ذكر Shifriss وآخرون أن مقاومة Chinese Long للفيرس يتحكم فيها ثلاثة جينات، فقد أوضح Munger ومعاونوه أن مقاومة هذا الصنف قد تكون أكثر تعقيدًا من ذلك، فى الوقت الذى ذكر فيه Walker ومعاونوه أن تلك المقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد.

وقد استُخدم – كذلك – الصنف Tokyo Long Green فى إنتاج الصنف Ohio 31 كأول صنف خيار تخليل مقاوم للفيرس، كما استُخدِم أيضًا فى إنتاج الخيار المقاوم WI SMR15.

وقد ذُكر أن المقاومة المستمدة من Tokyo Long Green يتحكم فيها ثلاثة جينات ذات سيادة غير تامة.

ويُستدل من دراسة أُجريت على نباتات الجيل الثانى لتلقيح بين مصدرى المقاومة: Tokyo Long Green، و Chinese Long على وجود انعزالات فى المقاومة لفيرس موزايك الخيار؛ بما يُفيد عدم اشتراك نفس الجينات – التى توجد فى مصدرى المقاومة – فى مقاومة المرض.

وعمومًا.. فإن استجابة Tokyo Long Green للعدوى بالفيرس تختلف عن استجابة Chinese Long؛ فالثانى يظهر عليه بعد عدواه بالفيرس تبرقش خفيف، ولكن تختفى تلك الأعراض فى الأوراق التى تنمو بعد ذلك، بينما يظهر على أوراق الصنف Tokyo Long Green المعدية تبرقشًا أقل بعد العدوى بأسبوعين، إلاّ أن الأوراق التالية فى التكوين تستمر فى إظهار بعض التبرقش (Havey ١٩٩٧).

التحويل الوراثى لمقاومة الفيرس

أمكن تحويل الخيار وراثيًّا بجين الغلاف البروتينى لفيرس موزايك الخيار، وكانت النباتات المنتجة مقاومة للفيرس (Nishibayashi وآخرون ١٩٩٦).

التربية لمقاومة فيرس بقع الباباظ الحلقية

مصادر ووراثة المقاومة

يذكر Wang وآخرون (١٩٨٤) أن المقاومة لفيرس بقع الباباظ الحلقية papaya ringspot virus (اختصارًا: PRSV – سابقًا: فيرس موزايك البطيخ رقم ١) تتوفر فى الصنف Surinam الذى حُصِلَ عليه من سورينام، والذى يعد أفضل مصدر للمقاومة؛

حيث لا تظهر به — عقب الإصابة بالفيرس — سوى تبرقشات خفيفة على الورقتين الحقيقيتين الأولى والثانية. وقد وجد الباحثون أن مقاومة هذا الصنف ترجع إلى جين واحد متنح أعطى الرمز wmv-1-1 (يشير الرقم الأول إلى رقم الفيرس، والرقم الثانى لهذا الجين؛ لتمييزه عن جين المقاومة لفيرس موزايك البطيخ رقم ٢ (حاليًا: فيرس موزايك البطيخ) — الذى اكتشف قبل هذا الجين — والذى يأخذ الرمز Wmv).

تُعد سلالة الخيار TMG-1 — التى أسلفنا الإشارة إليها — مقاومة للفيروسات الـ poty التالية: فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وفيرس موزايك البطيخ، وسلالة البطيخ من فيرس تبقع الباباظ الحلقى (PRSV-W). ولقد وُجد أن المقاومة للفيرس الأخير يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Prsv-2، وربما يكون من الأفضل وصف استجابة السلالة للفيرس بأنها تحمُّل tolerance وليست مقاومة resistance. فعلى الرغم من أن النباتات خلت من أعراض الإصابة بالفيرس؛ فإن الفيرس وُجِد بتركيز عالٍ فى الأوراق الصغيرة النامية وكذلك فى نباتات الجيل الأول بينها وبين السلالة القابلة للإصابة WI-2757 (Wai & Grumet ١٩٩٥).

التربية لمقاومة فيرس موزايك البطيخ

تحتوى سلالة الخيار المرباة داخليًّا TMG-1 التى تكررت الإشارة إليها على مقاومة لكل من: فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وفيرس موزايك البطيخ (سابقًا: فيرس موزايك البطيخ 2) وسلالة البطيخ من فيرس تبقع الباباظ الحلقى.

ولقد وجد أن جينين مستقلين يتحكمان فى المقاومة لفيرس موزايك البطيخ؛ أحدهما جين متنحٍ أُعطى الرمز wmv2، والثانى جين آخر متنحٍ (tmv3) يتفاعل بالتفوق مع إما جين سائد من WI 12757 (هو: Wm 4)، أو مع جين ثالث متنحٍ من TMG1 (هو: wmv4) ويقع على مسافة ٢٠–٣٠ سنتى مورجان من wmv3. ويعبر عن مقاومة الجين wmv2 فى الأوراق الفلقية وفى كل النبات، أما مقاومة wmv3 + wmv4 فيعبر عنها — فقط — فى الأوراق. وتبين أن جين مقاومة فيرس

موزايك الزوكينى الأصفر هو إما الجين wmv3 ذاته أو إنه شديد الارتباط به (Wai & Grumet ١٩٩٥).

التربية لمقاومة فيرس اصفرار وتقزم القرعيات

من بين ٣٠٠ صنف وسلالة من الخيار قُيمت لمقاومة فيرس اصفرار وتقزم القرعيات cucurbit yellow stunting disorder virus (اختصارًا: CYSDV) أظهرت السلالتان A1، و A2 – فقط – مقاومة للفيرس تمثلت فى ضعف وتأخير فى ظهور أعراض الإصابة بالمرض، مع عدم تفضيل الذبابة البيضاء للتغذية عليهما (Aguilar وآخرون ٢٠٠٦).

ومن بين ١٢٤ صنفًا وسلالة من الخيار قُيمت لمقاومة فيرس اصفرار وتقزم القرعيات، وجدت ثلاث منها متحملة للفيرس؛ حيث كانت إصابتها أقل شدة ومتأخرة عما فى المدخلات الأخرى، كما كان تركيز الفيرس بأوراقها الوسطى أقل جوهريًّا عما فى السلالات القابلة للإصابة (Eid وآخرون ٢٠٠٦).

كما أظهرت دراسة على تلك السلالات الثلاث المتحملة للإصابة بفيرس اصفرار وتقزم القرعيات أن تحملها لم يرتبط ببطء حركة الفيرس بالنبات (Abou-Jawdah ٢٠٠٨).

التربية لمقاومة فيرس تبرقش واصفرار ما بين العروق

دُرست وراثة المقاومة للمرض الفيروسى تبرقش واصفرار بين العروق interveinal mottling and yellowing disease فى سلالات الخيار: PI 432886، و PI 432878، و PI 390239، و PI 390246 تهجينها مع السلالة القابلة للإصابة PI 179680، ووُجد أن المقاومة كانت سائدة جزئيًّا، وتراوح عدد الجينات المتحكمة فى المقاومة بين جين واحد وجينين، كما تراوحت كفاءة توريث صفة المقاومة على النطاق العريض بين ٥٥٪، و٨٧٪ (Hassan وآخرون ١٩٩٨ أ).

التربية لمقاومة فيرس اصفرار عروق الخيار

تتوفر المقاومة لفيرس اصفرار عروق الخيار cucumber vein yellowing virus — الذى تنقله الذبابة البيضاء *B. tabaci* — فى السلالة المحلية الإسبانية C. sat-10، ويتحكم فيها جين واحد سائد (Pico وآخرون ٢٠٠٨).

التربية لمقاومة فيرس تجعد أوراق الطماطم

وُجدت القدرة على تحمل فيرس تجعد أوراق الطماطم — نيودلهى tomato leaf curl virus-New Delhi (الذى تنقله الذبابة البيضاء للقرعيات، كما ينتقل ميكانيكيًّا) — فى سلالات من *Cucumis melo* subsp. *agrestis* var *mamordica*، وفى سلالات أخرى برية من *agrestis*، وجميعها سلالات هندية، وسبق أن بعضها وُجدت مقاومة أو متحملة لفيروسات أخرى (López وآخرون ٢٠١٥).

ارتباطات جينات المقاومة للفيروسات الـ poty فى الخيار مع بعضها ومع صفات أخرى

وُجد فى سلالة الخيار TMG-1 التى تكررت الإشارة إليها، والتى تحمل مقاومة متعددة للفيروسات الـ poty عددًا من الارتباطات، كما يلى:

١- بين جينات المقاومة لفيرس موزايك البطيخ (wmv-2، و wm-3، و wmv-4 والأخيران بينهما تفاعل تفوق) وجين المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر zymv.

٢- بين الجين wmv-2 الذى يظهر تأثيره بداية من مرحلة الأوراق الفلقية، والموقع F الذى يتحكم فى التعبير الجنسى الأنثوى (المجموعة الارتباطية I).

٣- بين جين المقاومة لسلالة البطيخ من فيرس تبقع الباباظ الحلقى Prsv-2، وجين المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر، والفلقات الخالية من المرارة bi (المجموعة الارتباطية I).

وقد اقتُرح التتابع التالى على المجموعة الارتباطية I (من اليسار إلى اليمين):

Prsv-2/zym-28 cM-bi-34 cM-F-33 cM-wmv-2 (Wai وآخرون ١٩٩٧).

هذا.. ويُعرف ما لا يقل عن ثلاثة مصادر لمقاومة سلالة البطيخ من فيرس بقع الباباظ الحلقى (PRSV-W) فى الخيار، تشمل: TMG-1 وهى سلالة مرباة داخليًّا مُتحصل عليها من الصنف التايوانى Taichung Mou Gua، والسلالة المرباة داخليًّا Dina-1 والمتحصل عليها من الهجين الهولندى Dina، والصنف Surinam (من أمريكا الجنوبية). وقد وجد أن المقاومة للفيرس فى Dina-1 — مثلما هو معروف بالنسبة لمقاومة Surinam، و TMG-1 — يتحكم فيها جين واحد. وعلى الرغم من اختلاف وراثة المقاومة فى المصادر الثلاث فى السيادة والتنحى، فإن المصادر الثلاثة أكملت بعضها البعض. كذلك فإن لـ TMG-1، و Dina-1 جينات مفردة لمقاومة كل من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وفيرس موزايك البطيخ، وفيرس موزايك البطيخ المغربى. ويُستدل من هذه الدراسة الوراثية أن المقاومة المتعددة للفيروسات الـ poty فى الخيار ربما يتحكم فيها آليات مختلفة لجين واحد، أو ربما يتحكم فيها عنقود من الجينات المختلفة الشديدة الارتباط (Grumet وآخرون ٢٠٠٠).

التربية لمقاومة نيماتودا عقد الجذور

تنتمى نيماتودا تعقد الجذور root knot nematodes للجنس *Meloidogyne*، ونقصر شرحنا فى هذا المقام على مقاومة الأنواع الأربعة الرئيسية، وهى: *M. incognita*، و *M. javanica*، و *M. arenaria*، و *M. hapla*.

طريقة للتقييم المتعدد لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور

أمكن تقييم الخيار لمقاومة كلٍ من *M. javanica* والسلالتين 1، و2 من *M. arenaria* فى آن واحد بتقسيم المجموع الجذرى للنباتات — وهى فى مرحلة الورقة الحقيقية الثانية إلى الثالثة — إلى ثلاثة أجزاء متساوية، وتوجيهها مباشرة للنمو فى أصص بقطر ١٥ سم مملوءة بخليط من التربة والرمل والبيت بنسب متساوية، مع ريها وتسميدها بالتنقيط. وقد أمكن باتباع هذه الطريقة التقييم لمقاومة كل نيماتودا على انفراد فى النبات الواحد، ولم يكن بهذه الطريقة من آثار سلبية سوى فى قِصَر النمو

الخضرى، وتأخير الإزهار والإثمار بنحو ١–٢ أسبوع، ولكن النباتات استعادت نموها الطبيعى وأنتجت ثمارًا كبيرة احتوت على بذور جيدة (Walters وآخرون ١٩٩٥).

مصادر المقاومة

أُجرى تقييم شمل ٧٢٨ صنفًا وسلالة من الخيار تضمنت ٣٦ سلالة تربية و١٣٦ صنفًا تجاريًّا، بالإضافة إلى ٢٤ سلالة من الجركن *C. metuliferus* لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور *M. hapla*، ولقد أظهرت جميع المدخلات المختبرة مقاومة لذلك النوع من النيماتودا؛ حيث كان دليل التثألل أقل من ٢,٠ لحو ٨٢,٤٪ منها، وكان من بين المدخلات التى خَلَتْ من الثآليل الصنفين Marketmore 76، و Wisconsin SMR 18 (Walters وآخرون ١٩٩٠).

وفى دراسة أخرى أُجريت لأجل تقييم عدد من سلالات الخيار والجركن horned cucumber لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور، كانت جميع السلالات المختبرة أكثر مقاومة للنوع *M. hapla* عن مقاومتها للأنواع الأخرى من نيماتودا تعقد الجذور، وكانت جميعها أكثر مقاومة للنوع *M. arenaria* عن مقاومتها لأى من النوعين *M. incognita* أو *M. javanica* (Wehner وآخرون ١٩٩١).

وقد وُجدت المقاومة لكل من *M. hapla*، والسلالة 1 من *M. arenaria* فى السلالة PI 482452 من *Cucumis metuliferus*، وهى التى كانت — كذلك — متوسطة المقاومة للسلالة 1 من *M. incognita*، و *M. javanica* (Wehner وآخرون ١٩٩٢).

وعندما قُيمت ٢٤ سلالة من *C. metuliferus* لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور، وُجدت جميعها مقاومة لكل أنواع وسلالات النيماتودا التى اختبرت، وهى: السلالة ٣ من *M. incognita*، والسلالة ٢ من *M. arenaria*، و *M. hapla*. وفى المقابل.. فإن ٨٨٤ صنفًا وسلالة من الخيار جرى تقييمها كانت جميعها مقاومة للنوع *M. hapla*، بينما كان القليل منها مقاومًا للسلالة ٣ من *M. incognita*، وكانت ٥٠ سلالة وصنفًا منها مقاومة إلى حد ما للسلالة ٢ من *M. arenaria*، والسلالة ٣ من *M. incognita*. وبإعادة اختبار أكثر

الأصناف والسلالات مقاومة كانت السلالة LJ 90430 (وهى من *C. sativus* var. *hardwickii*) والصنف Mincu الوحيدين المتوسطا المقاومة للسلالة ٢ من *M. arenaria*، كما كانت تلك السلالة هى الوحيدة المقاومة للنوع *M. javanica*. وكانت جميع سلالات وأصناف الخيار التى أُعيد اختبارها شديدة القابلية للإصابة بالسلالتين ١، و٣ من *M. incognita*. هذا بينما بقيت السلالات التى أعيد اختبارها من *C. metuliferus* عالية المقاومة لجميع سلالات وأنواع النيماتودا المختبرة (Walters وآخرون ١٩٩٣).

ولقد وُجدت المقاومة للسلالتين1، و 2 من *M. arenaria* ولـ *M. javanica* فى السلالة LJ 90430 من *Cucumis sativus* var. *hardwickii* (وهى تتلقح بسهولة مع الخيار)، وللسلالة 2 من *M. arenaria* فى صنفى الخيار Southern Pickler، وMincu. كما كانت السلالة PI 215589 مقاومة — فقط — للسلالة 2 من *M. arenaria*. وتُعد السلالة LJ 90430 هى المفضلة للاستخدام كمصدر للمقاومة فى برامج التربية لتعدد مقاوماتها لنيماتودا تعقد الجذور (Walters وآخرون ١٩٩٦، و ١٩٩٩).

كذلك ذُكر أن النوع *C. metuliferous* على درجة عالية من المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* (Nugent & Dukes ١٩٩٧).

إن المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور تتوفر فى السلالة LJ 90430 من تحت النوع البرى *Cucumis sativus* var. *hardwickii* كما أسلفنا، وهو الوحيد الذى ينجح تلقيحه مع الخيار. وقد أُنتجت منه السلالة NC-42 – التى سيأتى بيانها، والتى يزيد فيها مستوى المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور، وذلك لاستخدامها فى برامج التربية. تُقاوم السلالة الأصلية والأخرى المنتجة منها كلاً من السلالتين 1، و 2 من *M. arenaria*، والنوع *M. javanica*. وقد وُجدت المقاومة للسلالة 2 من *M. arenaria* مع القابلية للإصابة بالنوع *M. javanica* فى السلالتين PI 215589، و PI 462379 من *C. sativus* var. *hardwickii*، ووجدت — كذلك — المقاومة للسلالة 1 من *M. arenaria* فى السلالة PI 462379 من تحت النوع البرى (Walters & Wehner ١٩٩٧).

وقد أُجرى تقييم شمل ٨٢ صنفاً وسلالة من الأنواع *C. anguria*، و *C. anguria* var. *longaculeatus*، و *C. ficifolius*، و *C. heptadoctylus*، و *C. metuliferus*، و *C. sativus* لمقاومة السلالة ٢ من *Meloidogyne arenaria*، والسلالة X من *M. incognita*. وقد تبين وجود مقاومة لنوعى النيماتودا فى سلالة من *C. heptadactylus*، وسلالتين من *C. anguria*، وسلالتين من *C. anguria* var. *longaculeatus*، وتسع سلالات من *C. metuliferus*. وقد تباينت مقاومة تلك السلالات فى درجة مقاومتها لمختلف أنواع نيماتودا تعقد الجذور؛ فسلالة *C. metufilerus* رقم PI 526242 كانت قابلة للإصابة بالنوع *M. arenaria*، لكنها كانت مقاومة للنوع *M. incognita*. كما كانت جميع أصناف سلالات تربية نورث كارولينا NC-42، و NC-43، و Lucia، و Manteo، و Shelby المقاومة فى نورث كارولينا.. كانت جميعها قابلة للإصابة بالسلالة 2 من عشيرة *M. arenaria* الكورية (Kim & Do ٢٠٠١).

وراثة المقاومة

يتحكم فى مقاومة السلالة LJ 90430 من *C. sativus* var. *hardwickii* لنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* — كما تبين من تلقيح بينها وبين الصنف القابل للإصابة Sumter — جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز mj (Walters وآخرون ١٩٩٧).

وقد وُجد أن الجين mj المسئول عن مقاومة نيماتودا تعقد الجذور فى الخيار مستقل فى وراثته عن ١٧ جينًا آخر تتحكم فى صفات مورفولوجية وأخرى خاصة بالمقاومة للأمراض (Walters & Wehner ١٩٩٨).

التربية للمقاومة

أُنتج فى جامعة ولاية نورث كارولينا سلالتين من الخيار مقاومتين لنيماتودا تعقد الجذور، هما:

١- السلالة NC-42 وهى مُنتخبة من السلالة LJ 90430 من *Cucumis sativus* var. *hardwickii*، وهى ذات مستوى عالٍ من المقاومة للسلالتين 1، و 2 من *M.*

arenaria، و *M. javanica*، و *M. hapla*. هذه السلالة لا تصلح للإنتاج التجارى، وإنما لاستخدامها كمصدر للمقاومة فى برامج التربية، وثمارها مُرة، خضراء داكنة اللون، وشكلها ellipsoid، وأشواكها سوداء، وفجواتها البذرية كبيرة.

٢- السلالة NC-43 وهى منتخبة من الصنف Southern Pickler، ومقاومة للسلالة 2 من *M. arenaria*، وتصلح للإنتاج التجارى كخيار تخليل، وثمارها قصيرة بلون أبيض إلى أخضر فاتح، وبثآليل متوسطة الحجم، وأشواك بيضاء، وتبلغ النسبة بين طول الثمرة وقطرها ٢,٩ (Walters وآخرون ١٩٩٦).

كذلك أنتجت جامعة ولاية نورث كارولينا ثلاث سلالات مرباة داخليًّا من خيار التخليل مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور، وهى الأصناف: Lucia، و Manteo، و Shelby، وقد حصلت تلك الأصناف على مقاومتها من السلالة LJ 90430 من *Cucumis sativus* var. *hardwickii*، وتتميز جميعها بمقاومتها لكل من *M. javanica*، والسلالتين 1، و 2 من *M. arenaria* (Walters & Wehner ١٩٩٧).

ونظرًا لاحتواء السلالة LJ 90430 لمقاومة متعددة للنيماتودا، فضلاً عن سهولة تهجينها مع الخيار؛ لذا فإنها تُعد الخَيار الأمثل كمصدر لمقاومة النيماتودا فى برامج تربية الخيار. والجدير بالذكر أن نتائج التقييم لمقاومة النيماتودا تحت ظروف البيوت المحمية وفى الحقل كانتا مرتبطتين إيجابيًّا (Walters وآخرون ١٩٩٩).

ولقد وُجدت مستويات عالية من المقاومة لمختلف أنواع نيماتودا تعقد الجذور فى أنواع برية قريبة من الخيار، مثل: *C. metuliferus*، و *C. longipes*، و *C. anguria*، و *C. ficifolius*، ولكن لم ينجح تهجينها مع الخيار، فى الوقت الذى أمكن إجراء تلقيح ناجح بين الخيار، والنوع *C. hyetrix* غير المقاوم للنيماتودا. ولكن أمكن الاستفادة من نجاح هذا التهجين فى إجراء محاولة لنقل صفة المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور للنوع *C. hystrix* أولاً، ثم استخدام نباتاته المقاومة للنيماتودا فى برنامج تهجين رجعى مع الخيار لنقل صفة المقاومة إليه (Chen & Lewis ٢٠٠٠).

التربية لمقاومة المنّ

دُرست المقاومة لمن القطن فى سلالة الخيار EP 6392، ووجد أن المقاومة يتحكم فيها – بصورة أساسية – جين مضيف التأثير وآخر سائد، بالإضافة إلى جينات متعددة مضيفة وسائدة أقل تأثيرًا، وأنها تتأثر بالظروف البيئية. وقد تباينت كثيرًا تقديرات درجة التوريث حسب العشائر التى استخدمت فى التقدير (BC_1 أو BC_2 أو F_2) سواء أكان ذلك فيما يتعلق بالجينات الأساسية (صفر إلى ٧٠٪)، أم بالجينات المتعددة (٣١٪ إلى ٦٣٪) (Liang وآخرون ٢٠١٥).

التربية لمقاومة ذبابة البيوت المحمية البيضاء

وُجدت المقاومة لذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeurodes vaporariorum* فى الأنواع البرية *Cucumis angolensis*، و *C. asper*، و *C. deteri* (عن Barbour ١٩٩٩).

التربية لمقاومة خنافس الخيار

تعتبر مركبات الكيوكربتسينات – المسئولة عن المرارة – جذابة لخنافس الخيار المبقعة والمخططة (*Diabrotica* spp.). أى إن المقاومة ترتبط بخلو النباتات من المرارة؛ لذا.. يعتبر الجين bi فى صورته الأصيلة (bibi) مسئولاً – كذلك – عن مقاومة خنافس الخيار (عن Pierce & Wehner ١٩٩٠).

التربية لمقاومة تربس الأزهار الغربى

وُجدت مقاومة لتربس الأزهار الغربى *Frankliniella occidentalis* فى ثلاث سلالات من الخيار. أظهرت السلالات الثلاث انخفاضًا كبيرًا فى أضرار التربس عما فى نباتات الكنترول القابلة للإصابة، وكان تكاثر التربس عليها أكثر فى الأوراق الصغيرة الحديثة (de Kogel وآخرون ١٩٩٧).

التربية لمقاومة العنكبوت الأحمر العادى

تتوفر المقاومة للعنكبوت الأحمر العادى *Tetranychus urticae* فى الخيار. وقد ذُكر أن الكيوكربتسينات – التى يتحكم فى إنتاجها فى الخيار الجين السائد Bi –

تجذب خنافس الخيار وتزيد من تغذيتها على نباتات الخيار، فى الوقت الذى تؤثر فيه سلبًا على العنكبوت الأحمر العادى بالتضادية الحيوية (Da Costa & Jones ١٩٧١).

وقد أجريت دراسات عديدة على العلاقة بين الجين Bi المسئول عن صفة المرارة فى النموات الخضرية، وبين مقاومة هذا الأكاروس. ويذكر De Ponti & Garretsen (١٩٨٠) تفاصيل هذه الدراسات كما يلى:

كان Kooistra عام ١٩٧١ أول من اقترح هذه العلاقة بعد تقييمه لـ ٤٠٠ صنف من الخيار لكل من صفتى المرارة والمقاومة للعنكبوت الأحمر.

وفى السنة نفسها.. توصل Da Casta & Jones إلى أن المقاومة للأكاورس يتحكم فيها الجين Bi المسئول عن المرارة، وبدا لهما أن تغذية الأكاروس على النباتات المرة ذو تأثير سلبى على الأطوار المبكرة لنمو اليرقة.

هذا.. إلا أن Soans وآخرين وجدوا عام ١٩٧٣ أن الصنف المر Hawaiian يصاب بالأكاروس.

كما اختبر De Ponti عام ١٩٧٨ ٤٠٠ صنف آخر من الخيار، ووجد بعض الأصناف التى كانت مرة الطعم وشديدة القابلية للإصابة فى آن واحد.

كما أوضحت دراسات De Ponti & Garretsen (١٩٨٠) على أربعة أزواج من السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة — التى تتشابه جميعها فى كونها مقاومة للأكاروس، وتختلف سلالتا كل زوج منها فى كونها مرة أو غير مرة — عدم وجود أى اختلاف فى صفة المقاومة بين السلالات المرة وغير المرة.

وفى دراسة وراثية موسعة عن تلك العلاقة بين المرارة والمقاومة للأكاروس.. وجد De Ponti & Garretsen (١٩٨٠) أن المقاومة (متمثلة فى درجة إقبال الحشرة على التغذية (acceptance)، وقدرتها على وضع البيض على النباتات (ovioposition) صفة كمية يتحكم فيها عدة جينات ذات تأثير إضافى، بينما يتحكم فى المرارة جين

واحد ذو سيادة غير تامة، هو الجين Bi، الذى يتأثر فعله بجين آخر محور ذى تأثير إضافى. ولم يتوصل الباحثان إلى أية علاقة بين أى من هذين الجينين ومقاومة الأكاروس، ولكنهما وجدا علاقة بين المرارة والقدرة على تحمل الإصابة. وقد فسرت هذه العلاقة على أساس الارتباط بين الجينات المسئولة عن هذه الصفات، وليس على أساس أن الصفات يتحكم فها نفس الجينات.

لقد أُرجعت المقاومة للعنكبوت الأحمر *T. urticae* فى الخيار إلى ظاهرة التضادية الحيوية antibiosis التى مصدرها محتوى النباتات المقاومة من الكيوكربتسينات التى أسلفنا الإشارة إليها. ولأن تلك الكيوكربتسينات تُعد محفزات تغذية قوية لخنافس الخيار، فإن الجيرمبلازم المقاوم للعنكبوت الأحمر، دون أن يكون محتويًا على الكيوكربتسينات تكون له أهميته. ولقد وُجدت المقاومة للعنكبوت الأحمر فى أصناف غيرة مرة (تفتقر للكيوكربتسينات) من الخيار، وبالعكس.. وجدت بعض سلالات الخيار المرة (التى تحتوى على الكيوكربتسينات) قابلة للإصابة بالعنكبوت الأحمر. وأظهرت الدراسات عدم وجود ارتباط بين المقاومة للعنكبوت الأحمر والمقاومة لخنافس الخيار *Diabrotica* spp. أو الكيوكربتسينات، وأُنتجت عدة سلالات مقاومة للعنكبوت الأحمر وتفتقر للكيوكربتسينات (عن Barbour ١٩٩٩).

كذلك لم يوجد ارتباط بين مرارة نباتات الخيار والمقاومة للعنكبوت الأحمر *T. cinnabarinus*. وكان قد اكتُشف فى هولندا عدم وجود علاقة بين المرارة والمقاومة للعنكبوت الأحمر العادى *T. urticae*. وبينما كانت ثمانى سلالات أخرى مرة من الخيار مقاومة للعنكبوت *T. urtica* فى هولندا، فإنها كانت قابلة للإصابة بالعنكبوت *T. cinnabarinus* فى الهند (Dhillon ١٩٩٢).

وبتقييم ٨٠٠ صنف وسلالة وهجين من الخيار وستة أنواع تربية منه لمقاومة العنكبوت الأحمر.. وُجدت المقاومة فى ٩ أصناف وسلالات، كانت — حسب درجة

مقاومتها فى ترتيب تنازلى – PI 220860، و Hybrid Long Green Pickle، و PI 17885، و Ohio M. R. 200، و Taipei no. 1، و Robin 50، و Aodai، و PI 163222، و PI 218036، كما وُجدت المقاومة أيضًا فى كلٍ من *C. africanus* و *C. anguri*، و *C. myriocarpus* (عن Barbour ١٩٩٩).

وقد وجد أن مقاومة الخيار للعنكبوت الأحمر ذات البقعتين (العادى) يتحكم فيها عدة جينات ذات تأثير مضيف، ويحدث فيها انعزال فائق الحدود (عن Dhillon & Wehner ١٩٩١).

الفصل السادس

تربية الكوسة والقرع العسلى وأنواع قرعية أخرى

نتناول فى هذا الفصل تربية الكوسة والقرع العسلى وأنواع القرع (من الجنس *Cucurbita*) الأخرى معًا تحت مختلف الأمراض والآفات، بينما نتناول تربية أنواع قرعية أخرى (*Cucurbits*) منفردة.

التربية لمقاومة عفن التاج الفيتوفثورى

يسبب الفطر *Phytophora capsici* موتًا للبادرات، وأعفانًا فى كل من الجذر والتاج والثمار. ومن بين ٣٦ صنفًا يابانيًّا من *Cucurbita* قيمت لمقاومة *P. capsici* — مسبب مرض عفن التاج الفيتوفثورى — وجدت المقاومة العالية فى ثلاثة أصناف من *C. moschata*، هى: Shimakabocha، و Shishigatani، و Jiki (Kuginuki وآخرون ١٩٩٤).

كما وجدت درجة عالية من المقاومة لمرض عفن التاج الفيتوفثورى (متوسط إصابة ٠,٥ على مقياس من صفر = لا توجد أى أعراض إلى ٥= موت النبات) فى السلالة PI 181761 من *C. pepo*، وذلك بعد تقييم ١١٥ سلالة من *C. pepo* لمقاومة الفطر *Phytophthora capsici* (Padley وآخرون ٢٠٠٨).

وبتقييم شمل ١١٩ صنفًا وسلالة من القرع العسلى لمقاومة الفطر *P. capsici*، ظهر مستوى عالٍ من المقاومة لعفن التاج فى السلالات: PI 176531، و PI 458740، و PI 442266، و PI 442262، و PI 634693 (Chavez وآخرون ٢٠١١).

وظهرت أقل إصابة بالفطر *P. capsici* مسبب مرض عفن التاج الفيتوفثورى فى الكوسة *Cucurbita pepo* فى الصنف Spineless Beauty، كما لم تظهر أى إصابة بأربع سلالات من *C. moschata* سبق أن وجدت مقاومة للمرض (Meyer & Housbeck ٢٠١٢).

وقد تبين أن مقاومة سلالة التربية 12-27-1-394 # من الكوسة *Cucurbita* spp. لعفن التاج الذى يسببه الفطر *P. capsici* يتحكم فيها ثلاثة جينات سائدة (Padley وآخرون ٢٠٠٩).

هذا.. وعندما أُجرى تقييم لعشرة سلالات من *C. pepo*، و *C. moschata* — تُعرف بمقاومتها لعفن الجذر والتاج الفيتوفثورى الذى يسببه الفطر *P. capsici* — لمقاومة عفن الثمار الفيتوفثورى الذى يُسببه نفس الفطر، وُجدت مقاومة عالية جوهرية فى اثنتان منها، هما: PI 169417، و PI 181761، وأظهرت باقى السلالات مستوى منخفض من القابلية للإصابة مع نمو الثمار (Krasnow وآخرون ٢٠١٤).

التربية لمقاومة الذبول الفيوزارى

جرت محاولات لتحسين تحمل القرع العسلى (*C. pepo*) للذبول الفيوزارى باستعمال حامض الفيوزاريك fusaric acid لأجل الانتخاب بين النبيتات التى تتكون عرضيًّا من الأوراق الفلقية فى مزارع الأنسجة. ولقد أدى استعمال التركيز المنخفض من حامض الفيوزاريك (٥ مجم/لتر) إلى تحفير الـ regeneration، بينما أدى التركيز المتوسط (١٠، و ٢٠مجم/لتر) إلى مضاعفة الجينوم (Kosmrlj وآخرون ٢٠١٤).

التربية لمقاومة لفحة الساق الصمغية

وجدت درجة عالية من المقاومة لمرض لفحة الساق الصمغية — الذى يسببه الفطر *Didymella bryoniae* — فى عدد من سلالات الجنس *Cucurbita*، وذلك بعد تقييم ٣٠٨ سلالة لمقاومة المرض، كما يلى:

النوع	السلالات المقاومة
C. martinezii	كل السلالات التى قيمت منه، وهى: PI 406683،و PI 438968، وPI 512099 ،و PI 512103، و PI 512106، و PI 540899، و PI 540900
C. moschata	PI 201474، و PI 438579
C. pepo	PI 10107، و PI 358969، و PI 442312

هذا.. ومن المعروف أن *C. martinezii* مقاوم — كذلك — لكل من فيرس موزايك الخيار والبياض الدقيقى، ومن الممكن تلقيحه مع كل من *C. moschata*، و *C. pepo* (Zhang وآخرون ١٩٩٥).

التربية لمقاومة البياض الزغبى

وجدت ٤٥ سلالة من *C. moschata* مقاومة للبياض الزغبى الذى يسببه الفطر *Pseudopernospora cubensis*، كان منها:

PI 168547	PI 200736	PI 201473	PI 381815
PI 438723	PI 438776	PI 442249	PI 442276
PI 451836	PI 438572	PI 438726	PI 438824
PI 442281	PI 451837	PI 381810	PI 442257

ومن بين الخمس وأربعين سلالة المقاومة كانت ٣٧ منها من المكسيك، وخمس منها من جواتيمالا، واثنتان من الهند، وواحدة من السلفادور (Wessel-Beaver ١٩٩٣).

كما وجد عند اختبار ٣٠ صنفًا وسلالة من القرع العسلى (٢٦ مُدخلاً تابع للنوع *Cucurbita pepo*، وأربعة مدخلات تابعة للنوع *C. maxima*) أن الأربعة التابعة للنوع *C. maxima* (وهى: Mammoth Gold، و Big Max، و Rouge Vifd'Etamps، و Lumina)، وثلاثة من التابعة للنوع *C. pepo* (وهى: HMX 6686، و HMX 6688، و Magic Kantern) كانت أقل إصابة بالفطر *P. cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى (Keinath & DuBose ٢٠٠٠).

كذلك أظهر صنف *C. pepo* اليابانى Soumen قدرًا عاليًا من المقاومة للبياض الزغبى.

وقد وُجدت مستويات عالية من المقاومة فى بعض السلالات من كل من: *Cucurbita foetidissima*، و *C. argyrosperma* var. *palmeri*، و *C. argyrosperma* var. *sororia*، ولكن لا توجد حتى الآن (٢٠١١) جهود تذكر للتربية لمقاومة المرض فى كل من الكوسة والقرع العسلى (Lebeda & Cohen ٢٠١١).

ولقد دُرست استجابة ٩٧ سلالة من ١٠ أنواع من الجنس *Cucurbita* — معظمها برية ومن طُرز الحشائش — لمقاومة ١١ عزلة من الفطر *P. cubensis* حُصِلَ عليها من الخيار، وذلك بطريقة الأقراص الورقية فى ظروف مُتحكم فيها. ولقد وجدت ١٥ سلالة مقاومة لجميع عزلات الفطر، و١٢ قابلة للإصابة بها جميعًا. ومن بين السلالات المقاومة كانت ١٣ سلالة منها برية، وطرز حشائش من *C. argyrosperma*. ونظرًا لأن هذا النوع يُعد متوافقًا بصورة جزئية مع *C. pepo*، فإنه يمثل مصدرًا محتملاً للتربية لمقاومة البياض الزغبى فى الكوسة والقرع العسلى (Lebeda وآخرون ٢٠١٦).

التربية لمقاومة البياض الدقيقى

يُسبب البياض الدقيقى powdery mildew فى القرعيات فطرين، هما: *Podosphaera xanthii* (سابقًا: *Sphaerotheca fulginea*)، و *Golovinomyces cichoracearum* (سابقًا: *Erysiphe cichoracearum*).

التقييم للمقاومة

تظهر أعراض الإصابة بالبياض الدقيقى على الساق وسطحى الورقة العلوى والسفلى فى التراكيب الوراثية القابلة للإصابة، ولا تظهر أى أعراض للمرض فى التراكيب الوراثية المقاومة الأصيلة، بينما تظهر الأعراض على السطح العلوى للأوراق فقط فى نباتات الجيل الأول بينهما. وقد أدى تظليل النباتات إلى زيادة شدة أعراض الإصابة فى كل من النباتات القابلة للإصابة والجيل الأول، بينما لم يؤثر فى شدة الإصابة فى النباتات المقاومة؛ بما يسمح بزيادة كفاءة الانتخاب للمقاومة فى الأجيال الانعزالية (Leibovich وآخرون ١٩٩٦).

مصادر ووراثة المقاومة

ذُكِرَ أنه يتحكم جينان فى المقاومة للمرض، هما: Pm المتحصل عليه من *C. lundelliana* (الذى يقاوم *G. cichoracearum*)، و Pm-0 المتحصل عليه من *C. okeechobeensis* (الذى يُقاوم *P. xanthii*)، وقد نقل إلى *C. pepo* (Paris & Brown ٢٠٠٥) هذا.. علمًا بأن النوع الأول *C. lundelliana* يتلقح بسهولة تامة مع مختلف أنواع القرع المزروعة. كذلك تتوفر المقاومة فى النوع *C. martinezii*.

ويتماثل جين المقاومة للبياض الدقيقى الموجود فى *Cucurbita martinezii* مع ذلك الموجود فى *C. lundelliana*. أما *C. moschata* فلم تظهر فيه المقاومة إلاّ فى مرحلة النمو النباتى البالغ، وتحكم فيها أكثر من جين. ولقد كانت مقاومة PI 201254 مماثلة لتلك التى فى *C. maxima*، كما كانت مقاومة *C. okeechobeenis* مماثلة لتلك التى فى *C. martinezii* (Contin ١٩٧٨). وقد ذُكِرَ أن مقاومة *C. martinezii* يتحكم فيها جين رئيسى سائد جزئيًّا يتأثر بجين أو جينات محورة (عن Hazara وآخرين ٢٠٠٧).

ويذكر Adeniji & Coyne (١٩٨٣) حالات المقاومة التالية فى النوع *C. moschata*: الصنف La Primera مقاوم، والصنف Seminole Pumpkin متوسط المقاومة، والصنفان Ponica، و Waltham متوسطا المقاومة. وقد توصل الباحثان من دراستهما على المقاومة فى هذه الأصناف إلى وجود جينين مختلفين؛ هما: $Pm\text{-}2^{s}$ ويتحكم فى القدرة المتوسطة على المقاومة، و Pm-I وهو جين له ثلاثة آليلات هى $Pm\text{-}I^{L}$ ويتحكم فى صفة المقاومة التى توجد فى الصنف La Primera، و $Pm\text{-}I^{P}$، و $Pm\text{-}I^{w}$ ويتحكمان فى صفة القابلية للإصابة فى الصنفين Ponica، و Waltham، على التوالى. هذا.. وقد أدى وجود جين المقاومة إلى تأخير إنبات الجراثيم الكونيدية، وتثبيط نمو الميسيليوم الفطرى، وضعف التجرثم.

كذلك أمكن التعرف على ١٣ سلالة من *C. moschata* مقاومة للبياض الدقيقى كان منها: PI 193499، و PI 201254، و PI 234251، و PI 249565، و PI 249563، و PI 298036، و PI 357916، و PI 369346، و PI 414906، و PI 482523 (Wessel-Beaver ١٩٩٣).

كما وُجد أن صفة المقاومة للبياض الدقيقى تتوفر فى سلالات الـ PI: 438700، و 518687، و 176536، و 442292، و 507888، و 357937 من *C. pepo*، وفى السلالات: 166046، و 137866، و 458674 من *C. maxima* (عن Kristkova & Lebeda ١٩٩٩).

وقد وُجد أنه تتوفر صفتا المقاومة للفطر *S. fuliginea* — مُسبب مرض البياض الدقيقى — فى سلالة الكوسة SNP، والمقاومة الجزئية لنفس الفطر فى السلالة BGT، وهما صفتان

كميتان يتحكم فى كل منهما جينات ذات تأثير إضافى. ولقد تبين من التلقيح بين كلٍ منهما وبين الصنف SLA القابل للإصابة أن درجتا التوريث على النطاقين الضيق والعريض لصفة المقاومة كانتا ٧٤٪، و٨٥٪ – على التوالى — فى التلقيح BGT × SNP، و ٧٩٪ لكلتيهما فى التلقيح SLA × SNP (Leibovich وآخرون ١٩٩٥).

وأمكن التعرف على واسمتى SSR (هما: SSR 237، و SSR 14) لجين المقاومة للبياض الدقيقى السائد Pm-1 فى سلالة الكوسة المقاومة BS6، وذلك على مسافة ٥,٢، و٨,٧ سنتى مورجان، على التوالى (Zhang وآخرون ٢٠١٤).

التربية للمقاومة

ارتبطت صفة المقاومة للبياض الدقيقى فى الكوسة (المقاومة للفطرين *Sphaerotheca fuliginea*، و *Erysiphe cichoracearum*) بصفة انخفاض المحصول، إلاّ أنه أمكن أخيرًا إنتاج هجن مقاومة تتساوى مع الأصناف التجارية القابلة للإصابة فى المحصول المبكر، وتتفوق عليها فى المحصول الكلى (Paris & Cohen ٢٠٠٢).

ومن بين أصناف الكوسة التجارية التى تتحمل الإصابة بالبياض الدقيقى الصنف الزوكينى Hurakan (إنتاج Harris Moran) والصنف الأصفر الثمار برقبة ملتوية Sunglo (إنتاج Roger Seeds).

التربية لمقاومة الذبول البكتيرى

أظهر تقييم لعديد من الأصناف والسلالات التى تنتمى لعدد من أنواع الجنس *Cucurbita*، وأنواع قرعية أخرى لمقاومة البكتيريا *Erwinia tracheiphla* مسببة مرض الذبول البكتيرى.. أظهر أن نباتات النوعين *Cucurbita sororia*، و *C. moschata* تُصاب أولاً، ثم تتعافى من المرض، وكانت نباتات النوعين *Momordica balsamina*، و *Luffa acutangula* قابلة للإصابة. وقد احتوى الجنس *Cucurbita* على عديد من الأنواع المقاومة (Watterson وآخرون ١٩٧١).

مصادر ووراثة المقاومة للفيروسات فى الجنس *Cucurbita*

وجد Provvidenti وآخرون (١٩٧٨) مصادر لمقاومة ستة من الفيروسات الهامة — لدى اختبارهم لأربعة عشر نوعًا بريًّا من الجنس *Cucurbita* — على النحو التالى:

الفيرس	مصادر المقاومة
فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر	*C. andreana, C. cordata, C. foetidissima, C. gracilior C. martinezii, C. moschata, & C. moschata* "Waltham Butternut"
فيرس موزايك الخيار	*C. cordata, C. cylindrata, C. digitata, C. ecuadorensis, C. foetidissima, C. gracilior, C. lundelliana, C. martinezii, C. okeechobeensis, C. palmata, & C. palmeri*
فيرس موزايك التبغ الحلقى	*C. andreana, C. cordata, C. cylindrata, C. ecuadorensis, C. foetidssima, C. gracilior, C. martinezii, C. okeechobeensis, C. maxima,* "Buttrcup", *C. moschata* "Waltham Butternut", *C. palmata, C. palmeri, C. pepo* "Seneca Butterbar" *& C. texana*
فيرس تبقع الطماطم الحلقى	*C. cylindrata, C. digitata, C. gracilior, C. palmata, C.palmeri, C. sororia, & C. ecuadorensis*
فيرس موزايك البطيخ رقم ١ (فيرس بقع الباباظ الحلقية)	*C. ecuadorensis & C. foetidissima*
فيرس موزايك البطيخ رقم ٢ (فيرس موزايك البطيخ)	*C. ecuadorensis & C. foetidissima*

كما قيمت مجموعة كبيرة من أصناف وسلالات *C. pepo*، و *C. maxima* لمقاومة فيروسى موزايك الخيار (CMV) وموزايك البطيخ -٢ (فيرس موزايك البطيخ WMV)، وكانت النتائج، كما يلى (Kristkova & Lebeda ١٩٩٩):

المسبب المرضى	النوع	أمثلة للسلالات المقاومة (PIs)
CMV	*C. pepo*	438699
	C. maxima	176530,178891, 295342, 368564, 458685, 482466

يتبع

تابع:

المسبب المرضى	النوع	أمثلة للسلالات المقاومة (PTs)
WMV	*C. pepo*	518687, 293433, 299575
	C. maxima	184745, 265550, 368570, 458672, 500483, 419081

ويعطى جدول (٦-١) بيانًا بوراثة المقاومة لمختلف الفيروسات فى مختلف أنواع الجنس *Cucurbita*.

جدول (٦-١): وراثة المقاومة للفيروسات فى مختلف أنواع الجنس *Cucurbita* (عن Hazara وآخرين ٢٠٠٧).

المرض أو الآفة	النوع مصدر المقاومة	وراثة المقاومة
فيرس تبقع الباباظ الحلقى	*C. ecuadorensis*	عدة جينات ذات تأثير إضافى
فيرس موزايك الزوكينى الأصفر	*C. ecuadorensis*	عدة جينات ذات تأثير إضافى
فيرس موزايك البطيخ	*C. maxima*	فعل جينى إضافى
فيرس موزايك البطيخ وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر	*C. moschata*	نفس الجين السائد Zym أو جينان شديدا الارتباط
فيرس موزايك الخيار	*C. pepo*	جينان متنحيان غير مرتبطين
فيرس موزايك الزوكينى الأصفر	*C. moschata*	جين سائد Zym
فيرس موزايك البطيخ	*C. moschata*	جين واحد سائد Wmv
فيرس موزايك الخيار	*C. moschata*	جين واحد سائد Cmv
فيرس تبقع الباباظ الحلقى	*C. moschata*	جين واحد متنحٍ prv
فيرس موزايك القرع العسلى	*C. moschata*	جين واحد متنحٍ
فيرس الموزايك واصفرار العروق	*C. moschata*	جين واحد سائدٌ

هذا.. ويُعد الصنف Nigerian Local من *C. moschata* مصدرًا لمقاومة أربعة فيروسات، هى:

فيرس موزايك الزوكينى الأصفر ZYMV.

فيرس موزايك البطيخ WMV.

فيرس تبقع الباباظ الحلقى/ البطيخ PRSV-W

فيرس موزايك الخيار CMV.

وهو يستخدم فى برامج التربية لمقاومة هذه الفيروسات فى كل من *C. moschata*، و *C. pepo*.

وبدراسة وراثة المقاومة لهذه الفيروسات فى الصنف Nigerian Local فى تلقيحات مع الصنف Waltham Butternut، وجد ما يلى:

١- تأكد تحكم جين واحد سائد (كان قد أُعطى الرمز Zym) فى المقاومة لـ ZYMV.

٢- تحكم جين واحد سائد فى المقاومة لـ WMV، وأعطى الرمز Wmv.

٣- تحكم جين واحد سائد فى المقاومة لـ CMV، وأعطى الرمز Cmv.

٤- تحكم جين واحد متنحٍ فى المقاومة لـ PRSV-W، وأعطى الرمز prv (Brown وآخرون ٢٠٠٣).

وتتميز نسبة عالية من أصناف الكوسة التجارية بمقاومتها لكل من فيرس موزايك البطيخ وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر، كما تتوفر بدرجة أقل فى أصناف الكوسة المقاومة لكلٍ من فيرس موزايك الخيار والبياض الدقيقى، وكذلك توجد أصناف أقل عددًا تحمل مقاومةً لفيرس تبقع الباباظ الحلقى (Cornell Vegetable MD Online ٢٠٠٦ — الإنترنت).

التربية لمقاومة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر

مصادر ووراثة المقاومة

وجد لدى اختبار ٦٨ صنفًا وسلالة من الجنس *Cucurbita* أن المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر Zucchini Yellow Mosaic Virus تتوفر فى الصنفين Menina، و Bolina من النوع *C. moschata*، والصنف Chila Du Gila، وصنف آخر (بدون اسم) من النوع *C. ficifolia*. وتبين أن مقاومة الصنف Menina يتحكم فيها جين واحد أُعطى الرمز Zym (Paris وآخرون ١٩٨٨).

تتوفر المقاومة كذلك فى النوع *C. ecuadorensis* الذى يقاوم – إلى جانب فيرس موزايك الزوكينى الأصفر – خمسة فيروسات أخرى أو يتحمل الإصابة بها، وهى: فيرس موزايك البباظ الحلقى (فيرس موزايك البطيخ رقم١)، وفيرس موزايك الكوسة، وفيرس موزايك البطيخ (فيرس موزايك البطيخ رقم ٢). وقد وجد Robinson وآخرون (١٩٨٨) أن حقن نباتات هذا النوع بفيرس موزايك الزوكينى الأصفر أدى إلى ظهور بقع صفراء متناثرة على الأوراق المحقونة بالفيرس، دون أن تحدث أية إصابة جهازية، بينما تظهر أعراض الإصابة الشديدة على النباتات القابلة للإصابة مثل الصنف Buttercup – الذى ينتمى للنوع *C. maxima* – وتتمثل فى التقزم الشديد مع ظهور تبرقشات شديدة الاصفرار، وتشوهات فى أنصال الأوراق مع صغر حجمها.

وقد كانت الأعراض على نباتات الجيل الأول بينهما وسطًا بين أعراض الإصابة على الأبوين؛ حيث ظهر بها موزايك جهازى، إلا أن شدة الإصابة كانت أقل مما فى الصنف Buttercup. أما نباتات الجيل الثانى.. فقد انعزلت فيها شدة الإصابة بنسبة ١ جهازية شديدة: ٢ متوسطة: ١ مقاومة للإصابة الجهازية؛ لذا.. استنتج الباحثون أن المقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد – أعطوه الرمز Zym – مع وجود جينات محورة تؤثر فى مظهر الأعراض فى النباتات الخليطة. هذا إلا أن Paran وآخرين (١٩٨٩) وجدوا أن مقاومة النوع *C. ecuadorensis* كمية، ويتحكم فيها عدة جينات رئيسية سائدة جزئيًّا على جينات القابلية للإصابة فى النوع *C. maxima*، بالإضافة إلى جينات أخرى ثانوية، وكان معظم تأثير هذه الجينات إضافيًّا نظرًا لأن درجة التوريث على النطاق الضيق قدرت بنحو ٠,٩١.

وفى دراسة أخرى.. وجد فى تهجين بين سلالة من *C. ecuadorensis* مقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر، والصنف Queensland Blue – القابل للإصابة – من *C. maxima* أن درجة توريث صفة المقاومة عالية؛ حيث قُدرت على النطاق العريض بنحو ٩٧٪ وعلى النطاق الضيق بنحو ٩٠٪، إلاّ إنه لم تظهر انعزالات تدل على أن المقاومة يتحكم فيها جينات رئيسية (Herrington وآخرون ١٩٨٨).

هذا.. ويتوفر فى الصنف البرتقالى Menina من *C. moschata* المقاومة لكل من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر التى يتحكم فيها الجين السائد Zym، وفيرس موزايك البطيخ ٢ (فيرس موزايك البطيخ)، وهى التى وُجد أنه يتحكم فيها جين سائد — كذلك — والذى بدا إنه إما نفس الجين Zym، وإما جين آخر شديد الارتباط به (Gilbert-Albertini وآخرون ١٩٩٣).

وقد وُجد عند تقييم بعض أصناف الكوسة لسلالة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر التشيكية العالية الضراوة ZYMV-H أن صنف الكوسة البترنط Menina 15، كان منيعًا؛ حيث بلغ تركيز الفيرس فى أوراقه صفرًا؛ كما أظهرته اختبارات الـ PCR. هذا بينما كان صنف الكوسة الأمريكى Cougar مقاومًا بوضوح؛ حيث كان تكاثر الفيرس فيه بطيئًا (Svoboda وآخرون ٢٠١٣).

التربية للمقاومة

يُعد النوع *C. ecuadorensis* والصنف Nigerian Local من النوع *C. moschata* مقاومين لسلالات متنوعة (من جميع أنحاء العالم) من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر. ولقد أمكن نقل تلك الصفة من Nigerian Local — بالتهجين — إلى كل من *C. pepo*، و *C. maxima*، وإلى أصناف أخرى من *C. moschata*، وحملت الأصناف الجديدة — مثل Dividend، و Jaguar، و Puma، و Revenue، و Tigress نفس المستوى من المقاومة مثل الصنف الأصلى (Provvidenti ١٩٩٧).

التحويل الوراثى للمقاومة

أدى التحويل الوراثى للكوسة بجينى الغلاف البروتينى لكل من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وفيرس موزايك البطيخ إلى إحداث خفض جوهرى فى شدة الإصابة بالفيروسين. وبينما ازداد المحصول الصالح للتسويق بالتحويل الوراثى، فإن محصولها الكلى لم يتأثر (Clough & Hamm ١٩٩٥).

كذلك أمكن إنتاج سلالة من *C. pepo* تحتوى على جين الغلاف البروتينى من

فيرس موزايك الزوكينى الأصفر. تظهر أعراض الإصابة بالفيرس فى هذه النباتات إذا انخفضت الحرارة ليلاً عن ١٠ ْم لمدة ليلتين، لكن تكون الثمار – فى كل الظروف – خالية تمامًا من أعراض الإصابة؛ مما يدل على أن للثمار نظام خاص بها للمقاومة. هذا.. إلاّ أن سلالة الفيرس الصينية تتغلب كلية على المقاومة التى يوفرها التحويل الوراثى بالغلاف البروتينى لسلالة فلوريدا (عن R. Provvidenti – اتصال شخصى – ١٩٩٣).

وفى دراسة أخرى.. تم تحويل هجين الكوسة التجارى Pavo وراثيًّا (وهو صنف قابل للإصابة بكل الفيروسات)، وأُنتج هجينين، هما: XPH-1719، و XPH-1739 كانا مقاومين للفيروسات: موزايك الزوكينى الأصفر، وموزايك البطيخ رقم ٢، وموزايك الخيار. وباختبار الهجن الثلاثة معًا كانت نسبة النباتات التى ظهرت عليها إصابات خضرية – بأى فيرس – ٣٪، و ١٤٪، و٥٣٪ للهجن: XPH-1719، و XPH-1939، و Pavo، على التوالى، ونسبة الثمار التى ظهرت عليها أعراض إصابة فيروسية صفر٪، و ٧٪، و ٢٦٪، على التوالى (Arce-Ochoa وآخرون ١٩٩٥).

كما أمكن إنتاج هجين الكوسة ZW-20 المحول وراثيًّا بجينات الغلاف البروتينى لكل من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وفيرس موزايك البطيخ رقم ٢ (فيرس موزايك البطيخ)، وهو الذى كان مقاومًا لكليهما (Fuchs & Gonsalves ١٩٩٥). كذلك أُنتجت سلالة محولة وراثيًّا – CZW3 – احتوت على جينات الغلاف البروتينى لكل من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وفيرس موزايك الخيار، وفيرس موزايك البطيخ رقم٢، وكانت مقاومة لهم جميعًا (Tricoli وآخرون ١٩٩٥) دون ظهور لأى إصابة جهازية، على الرغم من أن ٦٤٪ من النباتات أظهرت نُقطًا محلية خضراء مصفرة على الأوراق المسنة بصورة أساسية وقد أنتجت تلك السلالة محصولاً يزيد بمقدار ٥٠ ضعف عن محصول نباتات الكنترول (Fuchs وآخرون ١٩٩٨).

وفى مصر.. أمكن تحويل صنف الكوسة الإسكندرانى وراثيًّا بجين الغلاف البروتينى لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وأُنتجت سلالات لم تظهر عليها أى أعراض للإصابة قبل

مرور ١٠ أسابيع من عدواها بالفيرس، وكانت تلك الأعراض – عندما ظهرت متأخرة – خفيفة (Khalil وآخرون ١٩٩٩).

ومن ناحية أخرى.. لم تختلف نسبة انتقال فيرس موزايك الزوكينى الأصفر عن طريق البذور – جوهريًّا – فى الكوسة المحولة وراثيًّا (٢,٤٨٪) عما فى الكوسة غير المحولة وراثيًّا (١,٠٣٪)؛ مما يسمح بانتشار الفيرس عن طريق البذور المصابة بالفيرس (Simmons وآخرون ٢٠١٥).

التربية لمقاومة فيرس بقع البابا ظ الحلقية

مصادر ووراثة المقاومة

وُجد أن مقاومة *C. ecuadorensis* العالية لفيرس البابا ظ الحلقية/سلالة البطيخ (فيرس موزايك البطيخ ١) صفة كمية يتحكم فيها عدة جينات ذات تأثير إضافى بصورة أساسية (Herrington وآخرون ١٩٨٩).

كما دُرست وراثة المقاومة لفيرس بقع البابا ظ الحلقية – سلالة البطيخ papaya ringspot virus-watermelon strain (اختصارًا: PRSV-W) فى مصدرين للمقاومة من *Cucurbita maxima*، هما: الصنف ABL 010 الذى حَصَل على مقاومته من سلالات برازيلية مقاومة من *C. maxima*، والصنف Redlands Trailblazer وهو صنف أسترالى من *C. maxima* يرجع فى أصوله إلى *C. ecuadorensis*، وفى كلا الصنفين يمكن عزل الفيرس من النباتات الملقحة التى تكون خالية من أعراض المرض؛ بما يعنى أنهما متحملين للفيرس. وقد وُجد أن درجة التوريث على النطاقين العريض والضيق لتحمل الفيرس هى: ٢٤٪ –٥٩٪، و ٣٦٪–٥٩٪ على التوالى – فى ثلاثة تهجينات. كما استُخلِص من الدراسة أن مقاومة ABL 010 للفيرس يتحكم فيها ثلاثة جينات ذات سيادة غير تامة، بينما يتحكم فى مقاومة الفيرس فى Redlands Trailbazer ما لا يقل عن جينين بتأثيرات إضافية، وأن جين واحد – على الأقل – بأحد الصنفين ليس آليليًّا لأى من جينات المقاومة بالصنف الآخر. كذلك بدا أن مقاومة Redlands Trailbazer هى الأعلى مستوى مقارنة بمقاومة الصنف الأخر (Maluf وآخرون ١٩٩٧).

التربية للمقاومة والتحويل الوراثى

أمكن نقل صفة المقاومة لفيرس بقع البباظ الحلقية *C. moschata* إلى *C. pepo* بالاستعانة بمزارع الأجنة، وتبين أن صفة القابلية للإصابة سائدة سيادة غير تامة، وأن درجة توريث المقاومة على النطاق العريض ٤٨٪ (de Oliveira وآخرون ٢٠٠٣).

التربية لمقاومة فيرس موزايك الخيار

وجدت المقاومة لفيرس موزايك الخيار cucumber mosaic virus — وكذلك للبياض الدقيقى — فى كل من: *C. lundelliana*، و *C. martinezii*، و *C. okeechobeenis*، و *C. ecuadorensis*، كما وجدت المقاومة لفيرس موزايك البطيخ — أيضًا — فى النوع الأخير (Pitrat & de Valux ١٩٧٩).

وعندما أجرى تقييم شمل ٣٨٤ صنفًا وسلالة من كل من *C. pepo*، و *C. maxima* لمقاومة فيرس موزايك الخيار.. وُجِد مستوى عالٍ من المقاومة فى سلالة واحدة من *C. pepo* هى: PI 438699، وفى ١٣ سلالة من *C. maxima*، كان أهمها: PI 176530، و PI 265555،و PI 368564، و PI 500483 (Leneda & Kristkova ١٩٩٦).

وقد أظهرت نباتات السلالة ZW-20 المحولة وراثيًّا بجينى الغلاف البروتينى لكل من فيرس موزايك الخيار وفيرس موزايك البطيخ رقم ٢ درجة عالية من المقاومة لهذين الفيروسين، ولكن ٢٢٪ من النباتات أصيبت بفيرس موزايك الخيار، ومع ذلك.. فقد أنتجت محصولاً يزيد بمقدار ٤٠ ضعف عن محصول نباتات الكنترول (Fuchs وآخرون ١٩٩٨).

كذلك وجد أن الكوسة المحولة وراثيًّا بجينات الغلاف البروتينى لكل من فيرس موزايك الخيار CMV، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر ZYMV، وفيرس موزايك البطيخ ٢ WMV 2 التى تنتقل جميعها بالمن لم تساعد فى منع انتشار سلالة لا تنتقل بالمن من فيرس موزايك الخيار فى الحقل (Fuchs وآخرون ١٩٩٨).

التربية لمقاومة فيرس موزايك البطيخ

لا تُعد أصناف الكوسة ذات الثمار الصفراء اللون (التى تحمل جين اللون الأصفر) مقاومة لفيرس موزايك البطيخ رقم ٢ (فيرس موزايك البطيخ)، ولكنها تعد متحملة له نظرًا لأن اللون الأصفر الطبيعى للثمار يحجب التغيرات اللونية التى تُحدثها الإصابة بالفيرس فى الثمار (Snyder وآخرون ١٩٩٣).

وقد وجد أن مقاومة القرع العسلى (فى سلالة مستنبطة من الصنف ديكنسون) لفيرس موزايك البطيخ –٢ يتحكم فيها عامل وراثى واحد سائد أُعطى الرمز WMV، ولم يثبت وجود تأثير سيتوبلازمى على صفة المقاومة (Aggour & Badr ١٩٩٣).

التربية لمقاومة فيرس موزايك الكوسة بالتحويل الوراثى

أمكن إنتاج كوسة محولة وراثيًّا بجين الغلاف البروتينى لفيرس موزايك الكوسة squash mosaic virus كانت مقاومة للفيرس (Pang وآخرون ٢٠٠٠).

كذلك أمكن تحويل الكوسة وراثيًّا بجين الغلاف البروتينى لفيرس موزايك الكوسة، فى جعلها عالية المقاومة للفيرس، وقد وجد أن المقاومة فى سلالة الكوسة A127-1-2 الأصيلة فى هذا التحول الوراثى تحاكى استجابة جين واحد متنح (Provvidenti & Tricoli ٢٠٠٢).

التربية لمقاومة فيرس التفاف أوراق الكوسة

يصيب فيرس التفاف أوراق الكوسة squash leaf curl virus جميع الأنواع المزروعة التابعة للجنس *Cucurbita*؛ حيث ينتقل إليها بواسطة الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci*. لا تتوفر أية مقاومة للفيرس فى الأصناف التجارية لأى من هذه الأنواع، ولكن يتميز الصنف Mediterranean (وهو من *C. moschata*) بالقدرة على تحمل الإصابة.

وقد اختبر McCreight & Kishaba (١٩٩١) مقاومة عدة أصناف وسلالات من مختلف الأنواع التابعة لهذا الجنس، وتوصلا إلى ما يلى:

أ- كانت الأنواع *C. maxima*، و *C. mixta*، و *C. pepo*، و *C. texana* شديدة القابلية للإصابة فى كل من اختبارات الصوبة والحقل.

ب- كانت أعراض الإصابة فى النوع *C. moschata* أشد فى اختبارات الصوبة مما فى اختبارات الحقل.

ج- كانت الأنواع *C. ecuadorensis*، و *C. lundelliana*، و *C. martinezii* منيعة تقريبًا فى اختبارات الصوبة، ولكنها أصيبت فى اختبارات الحقل.

د- أظهرت نباتات النوع *C. foetidissima* أعراضًا متوسطة الشدة فى اختبارات الحقل.

هـ- أما الأنواع القريبة: *Benincasa hispida*، و *C. ficifolia*، و *Lagenaria siceraria*، و *Luffa acutangula*، و *Luffa aegyptiaca*، و *Luffa graveolens* .. فكانت مقاومة فى كل من اختبارات الصوبة والحقل.

التربية لمقاومة المرض الفيروسى تبرقش واصفرار ما بين العروق

دُرست وراثة المقاومة للمرض الفيروسى تبرقش واصفرار ما بين العروق فى سلالتين مقاومتين من *C. maxima*، هما: PI 318416، وPI 458673 بتلقيحهما مع السلالة PI 169406 — القابلة للإصابة — من نفس النوع. وقد وُجد أن المقاومة كانت سائدة جزئيًّا فى السلالة PI 318416، بينما أظهرت القابلية للإصابة سيادة فائقة فى التلقيح مع السلالة PI 458673. وتراوح عدد الجينات المتحكمة فى المقاومة بين جين واحد وجينين، كما تراوحت درجة التوريث على النطاق العريض بين ٤٤٪، و٧٣٪ (Hassan وآخرون ١٩٩٨أ).

التربية لمقاومة التلون الفضى للأوراق

مصادر المقاومة

تُعد أصناف طراز الـ cocozelle من الكوسة أقل قابلية للإصابة بتلون الأوراق الفضى — الناشئ عن تغذية حوريات الذبابة البيضاء عليها — عن غيرها من أصناف وطرز الكوسة الأخرى (Paris ١٩٩٣).

فقد أصيبت جميع أصناف الكوسة (من ست مجموعات) بالتلون الفضى،إلا أن مجموعة أصناف الـ cocozelle كانت أقلها إصابة (Paris وآخرون ١٩٩٣).

وأظهر صنف الكوسة Striato d'Italia (من طراز الـ cocozelle) أعراضًا للتلون الفضى أقل شدة مما ظهر بالصنف Clarita الذى يتبع طراز الـ vegetable marrow (Paris وآخرون ١٩٩٣).

كذلك لم تُظهر نباتات الكوسة الزوكينى من صنف Sunseeds 3 أى أعراض للتلون الفضى بالأوراق (McAuslane وآخرون ١٩٩٦).

وقد قُيمت مجموعة كبيرة من أصناف وسلالات *C. pepo*، و *C. moschata*، و *C. maxima* لمقاومة حالة الورقة الفضية التى تُحدثها تغذية الذبابة البيضاء، وكانت النتائج كما يلى (Wesel–Beaver ١٩٩٧).

النوع	عدد السلالات المختبرة	عدد السلالات المقاومة بدرجة عالية	أمثلة للسلالات المقاومة (PIs)
C. moschata	٤٢٠	١٢	162889, 211999, 211993
C. pepo	٣٥٠	٥٨	165047, 212214, 311103
C. maxima	٤٠٥	٦	169470, 182195, 183259

ولم تُظهر سلالتا الكوسة الزوكينى ZUC 76-SLR، و ZUC 33-SLR/PMR أى أعراضًا للتلون الفضى فى الاختبارات الحقلية. وتعد الأولى منهما أكثر مقاومة؛ إذ إن الثانية تظهر عليها تلون فضى خفيف فى حالات الإصابة الشديدة بالذبابة. وتُعد القدرة على تحمل تغذية الذبابة الآلية الرئيسية لمقاومة التلون الفضى فى كلتا السلالتين (Cardoza وآخرون ١٩٩٩).

ووجدت عدة مصادر لمقاومة تلون الأوراق الفضى فى *C. moschata*، منها: Butternut، وسلالات مستمدة منها، مثل Waltham، وسلالة من باراجواى لا تربطها بهما صلة، هى PI 162889 (Wesel-Beaver ٢٠٠٢).

وراثة المقاومة

ذُكر أن مقاومة *C. pepo* لتلون الأوراق الفضى يتحكم فيها ٢–٤ أزواج من الجينات المتنحية (عن Gonzalez-Roman &Wessel-Beaver ٢٠٠٢) إلاّ أن دراسات أخرى جاءت بنتائج مغايرة.

فقد وجد أن المقاومة للتلون الفضى لأوراق الكوسة فى السلالة Zuc 76 من *C. pepo* (وهى من جامعة فلوريدا) يتحكم فيها جين واحد متنح (Young & Kabelka ٢٠٠٩).

كذلك وجد أنه يتحكم جين واحد متنحٍ فى المقاومة للتلون الفضى بأوراق الكوسة، أُعطى الرمز sl . يتوفر هذا الجين بصورة أصيلة (sl sl) فى سلالة التربية الزوكينى Zuc 76. ولقد أمكن التعرف على ثلاث واسمات RAPD (هى: OPC 07، و OPL 07، و OPBC 16) وواسمة SSR (هى: M 121) ترتبط بالجين sl، وكانت الأخيرة أقربها للجين sl؛ حيث تقع على مسافة ٣,٣ سنتى مورجان منه (Kabelka & Young ٢٠١٠).

وأيضًا ذكر أن مقاومة التلون الفضى للأوراق فى *C. moschata* يتحكم فيها جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز sl (Gonzalez-Roman & Wessel-Beaver ٢٠٠٢، و Paris & Brown ٢٠٠٥).

التربية لمقاومة الذبابة البيضاء

وُجد أن سلالات *C. moschata* أرقام BRA015008، و BRA003638، و BRA003531 كانت الأقل جاذبية لحشرة الذبابة البيضاء *B. argentifolii* لوضع بيضها عليها (Baldin وآخرون ٢٠٠٠).

التربية لمقاومة خنافس الكوسة وخنافس الخيار

يعتبر النوع *C. moschata* أكثر مقاومة لخنفساء الكوسة squash beetle (*Anasa tristis*) من النوع *C. maxima*، والمقاومة سائدة. كما اكتشفت اختلافات وراثية فى المقاومة داخل النوع *C. pepo*، وذكر أن المقاومة فى هذا النوع سائدة جزئيًّا، ويتحكم فيها ٣ أزواج من الجينات.

وتتوفر المقاومة لخنفساء الخيار المخططة Striped cucumber beetle (*Acalymma Vittata*)، ويعتقد أنها صفة كمية، ويتحكم فيها عدة جينات ذات تأثير مضيف.

كما وجد Chambliss & Cuthbert (١٩٦٨) المقاومة لخنفساء الخيار الشريطية banded cucumber beetle (*Diabrotica balteata*) فى عدد من أصناف وسلالات الأنواع *C. pepo*، و *C. maxima*، و *C. moschata*، و *C. mixta*.

أما مقاومة خنفساء الخيار المبقعة Spotted cucumber beetle (*Diabrotica undecumpunctata howardi*).. فيتحكم فى وراثتها من ٢–٣ أزواج من العوامل الوراثية.

وقد وجد Sharma & Hall (١٩٧١) علاقة طردية كمية بين محتوى نباتات قرع الكوسة من كيوكربتسين B، وتغذية الحشرة على النباتات. هذا.. برغم أن المقاومة للحشرة كمية، بينما يتحكم فى تركيز الكيوكربتسين جين واحد.

كذلك وجد Dhillon & Sharma (١٩٨٩) اختلافات جوهرية بين سلالات قرع الكوسة فى مقاومتها لخنفساء القرع العسلى الحمراء red pumpkin beetle (*Aulacophora foveicollis*)، وقدرت درجة توريث الصفة — على النطاق العريض — بنحو ٠,٨٧، و ٠,٧٨ لكل من اختبارات الحقل واختبارات الأقفاص السلكية cages على التوالى.

وذُكر أن المقاومة سائدة ويتحكم فيها عدة جينات ذات تأثير مضيف وغير مضيف (Dhillon & Wehner ١٩٩١).

هذا.. علمًا بأن الجين Bi يؤدى — فى الكوسة والقرع العسلى — إلى زيادة محتوى الثمار من الكيوكربتسينات، بينما يؤدى الجين cu إلى انخفاض محتوى النمو الخضرى من الكيوكربتسينات (Robinson ١٩٩٢).

التربية لمقاومة الحشرات الأخرى فى الجنس *Cucurbita*

تتميز الكوسة الـ Butternut (وهى *C. moschata*) بمقاومتها لكل من: حفار ساق الكوسة، والـ squash bug، وخنافس الخيار، والـ pickleworm، ودودة الكنتالوب، وصانعات الأنفاق.

ويتحكم الجين السائد Fr فى مقاومة ذبابة ثمار القرعيات fruit fly فى الكوسة والقرع العسلى.

ويبين جدول (٦–٢) بعض مصادر المقاومة للحشرات فى مختلف أنواع الجنس *Cucurbita*.

جدول (٦-٢): بعض مصادر المقاومة للحشرات فى الجنس *Cucurbita* (Robinson ١٩٩٢).

الآفة	العائل (أ)	بعض مصادر المقاومة
ناخرة ساق الكوسة Squash vine borer (*Melittia cucurbitae)*	*Cucurbita argyrosperma*	Green Striped Cushaw
	Cucurbita maxima	Arikara
	Cucurbita moschata	Butternut
خنفساء الكوسة Squash bug, *(Anasa tristis)*	*Cucurbita argyosperma*	Green Striped Cushaw
	Cucurbita moschata	Butternut
	Cucurbita pepo	Royal Acorn
من الكنتالوب Melon aphid, *(Aphis gossypii)*	*Cucumis melo*	
	Cucurbita pepo	E. C. 86679
ذبابة ثمار الكنتالوب Melon fruit fly, (*Dacus cucurbitae)*	*Cucurbita maxima*	Arka Suryamukhi (gene Fr)
	Cucurbita moschata	IHR 35
خنافس الخيار Cucumber beetles *(Acalymma* and *Diabrotica* spp.)	*Cucurbita argyrosperma*	Green Striped Cushaw
	Cucurbita maxima	PI 169405
	Cucurbita moschata	Butternut 23
	Cucurbita pepo	Early prolific Straightneck Scallop (gene cu)
خنفساء القرع العسلى الحمراء Red pumpkin beetle *(Aulacophora)*	*Cucurbita moschata*	596,2,613
ديدان الخيار والكنتالوب Pickleworm and melonworm *(Diaphania nitadalis* and *D. hyalinata)*	*Cucurbita maxima*	Hubbard, Buttercup, Boston Marrow
	Cucurbita moschata	Butternut 23
	Cucurbita pepo	crookneck
	Cucumis melo	Honey Dew
صانعة أنفاق الخضر Vegetable leafminer (*Liriomyza sativae*)	*Cucurbita moschata*	Butternut
	Cucurbita pepo	cozelle

تربية اليقطين لمقاومة الأمراض والآفات

التربية لمقاومة البياض الدقيقى

أُجرى تقييم شمل ٢٣٤ سلالة من اليقطين bottle gourd (وهو: *Lagenaria siceraria*) للقدرة على تحمل فطر البياض الدقيقى *P. xanthii* (السلالة ١)، ووجدت تباينات كبيرة بينها فى شدة الإصابة بالفطر، كما وجدت مقاومة متوسطة فى عديد من السلالات، وكان أكثرها مقاومة السلالة PI 271353، ومن السلالات التى كانت متوسطة المقاومة: PI 271357، و PI 381840، و PI 273663 (Kousik وآخرون ٢٠٠٨).

التربية لمقاومة الفيروسات

أظهرت سلالة اليقطين التايوانية Cow Leg مقاومة لكل من سلالات الفيروسات التالية: فيرس موزايك الخيار (سلالات الصين ونيويورك ونيوجرسى)، وفيرس بقع البباباظ الحلقية – البطيخ (سلالات فلوريدا وجورجيا وميرلاند وتايوان)، وفيرس موزايك الكوسة (سلالتا أريزونا ونيويورك)، وفيرس بقع التبغ الحلقية (سلالتا فلوريدا ونيويورك)، وفيرس موزايك البطيخ –٢ (سلالات كاليفورنيا وفلوريدا ونيوجرسى ونيويورك وتكساس)، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر (سلالات كونكتكت وفلوريدا ومصر وكاليفورنيا والصين وتايوان) (Provvidenti ١٩٩٥).

كما أُجرى تقييم شمل ١٩٠ صنفًا وسلالة من اليقطين لمقاومة سلالة فلوريدا من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، ووُجد ما يلى: كانت ٣٦ سلالة مقاومة بصورة تامة حيث لم تظهر عليها أى أعراض للإصابة وكانت نتائج اختبار الإليزا سلبية، وكانت ٦٤ سلالة مقاومة جزئيًّا، حيث كانت بعض نباتاتها مقاومة وبعضها الآخر قابلة للإصابة، وكانت ٩٠ سلالة قابلة للإصابة. هذا وكانت غالبية السلالات المقاومة هندية الأصل (King & Levi ٢٠٠٧).

وعندما أُجرى تقييم لمجموعة وزارة الزراعة الأمريكية من محصول اليقطين bottle gourd (*L. siceraria*) – وعددها ١٩٠ أصلاً وراثيًّا – لمقاومة فيرس موزايك الزوكينى

الأصفر ZYMV، وُجدت المقاومة فى ٣٦ أصلاً وراثيًّا منها، أى فى نحو ١٩٪ من المجموعة (Ling & Levi ٢٠٠٧).

التربية لمقاومة الذبابة البيضاء

وجدت صفة المقاومة للذبابة البيضاء *B. tabaci* فى سلالات الجورد ذات الأزهار البيضاء (اليقطين) — *Lagenaria siceraria* — أرقام PI 419090، و PI 419215، و PI 432341، و PI 432342. وبينما احتُجِزت الحشرات البالغة بين شعيرات الجانب العلوى للورقة فى PI 419090، فإن كثافة شعيرات السطح السفلى للورقة وترتيبها وأطوالها ربما كانت هى المسئولة عن المقاومة للذبابة فى كل السلالات المبينة أعلاه، خاصة وأن السطح السفلى للورقة هو الجانب المفضل لوضع الحشرة لبيضها (Kishaba وآخرون ١٩٩٢).

التربية لمقاومة خنفساء القرع العسلى الحمراء

تتوفر فى اليقطين المقاومة لخنفساء القرع العسلى الحمراء red pumpkin beetle (وهى: *Aulacophra foveicollis*)، ويتحكم فيها جين واحد سائد يأخذ الرمز Af (عن Robinson ١٩٩٢).

التربية لمقاومة الأمراض فى القثاء

تتوفر المقاومة للفطر *Sphaerotheca fuliginea* — مسبب مرض البياض الدقيقى — فى سلالة القثاء PI 414729، وهى مقاومة سائدة جزئيًّا (Ahmed وآخرون ١٩٩٧).

هذا.. وتتوفر فى سلالة القثاء تلك مقاومة — كذلك — لكل من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر ZYMV، واصفرار القرعيات المنقول بالمن cucurbit aphid-borne yellows virus (اختصارًا: CABYV)، وفيرس بقع الباباظ الحلقية PRSV، والذبول الفيوزارى (Ahmed وآخرون ٢٠٠٠).

التربية لمقاومة الذبابة البيضاء فى أنواع قرعية أخرى

كانت جميع سلالات *Ecballium elaterium*، و *Momordica balsamina*، و *Trichosanthes cucumerina* المختبرة خالية تمامًا من الإصابة بالذبابة البيضاء *B. tabaci* (Moreno وآخرون ١٩٩٣).

مصادر الكتاب

Aalbersberg, I. W. and J. H. Stolk. 1995. Evaluation of resistance to and tolerance of powdery mildew by cucumber. Plant Varieties & Seeds. 8 (2): 119-123.

Abiko, K. and M. Ishii. 1983. Detection of isolates of melon powdery mildew fungus infecting the resistant variety 'Sunrise'. Bul. Veg. & Ornamental Crops Res. Sta., Minist. Agr. For., Japan. Series A. No. 11:113-117.

Abou-Jawdah, Y., S. G. Eid, H. S. Atamian, and M. Havey. 2008. Assessing the movement of cucurbit yellow stunting disorder virus in susceptible and tolerant cucumber germplasm using serological and nucleic acid-based methods. J. Phytopathol. 156 (7/8): 438-445.

Ahmed, E. A., A. F. Eljack, and Y. F. Mohamed. 1997. Breeding for resistance to powdery mildew in snake melon (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) in Sudan. Cucurbit Genetics Cooperative Rep. No. 20: 30-31.

Ahmed. E. A., H. S. Ibn Oaf, M. E. Suliman, A. E. El Jack, and Y. F. Mohamed 2000. Selection of snake melon lines (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) resistant to different races of powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht ex. Fr.) Poll. in Sudan. Cucurbit Genetics Cooperative Report No. 23: 27-29.

Adeniji, A. A. and D. P. Coyne. 1983. Genetics and nature of resistance to powdery mildew in crosses of Butternut with Calabaza squash and Siminole pumpkim. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 360-368.

Aggour, A. R. and A. E. Badr. 1993. Inheritance and nature of resistance to watermelon mosaic virus 2 (WMV-2) in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.). Egypt. J. Appl. Sci. 8 (9): 1-19.

Aguilar, J. M., J. Abad, and M. A. Aranda. 2006. Resistance to cucurbit yellow stunting disorder virus in cucumber. (Abst.). Plant Dis. 90 (5): 583-586.

Al-Shawan, I. M. 2002. Movement of zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) in susceptible and resistant cucumber cultivars. Alexandria J. Agr. Res. 47 (1): 119-123.

Amano, M. et al. 2014. Fine genetic mapping of zucchini yellow mosaic virus resistance gene zym in cucumber, pp. 62-63. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Va, US.

Ambrósio, M. M. et al. 2015. Screening a variable germplasm collection of *Cucumis melo* L. for seedling resistance to *Macrophomina phaseolina*. Euphytica 206 (2): 287-300.

Anagnostou, K., M. Jahn, and R. Perl-Treves. 2000. Inheritance and linkage analysis of resistance to zucchini yellow mosaic virus, watermelon mosaic virus, papaya ringspot virus and powdery mildew in melon. Euphytica 116: 265-270.

Ando, K. and R. Grumet. 2006. Evaluation of altered cucumber plant architecture as a means to reduce *Phytophthora capsici* disease incidence on cucumber fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 131 (4).

Arce-Ochoa, J. P., F. Dainello, L. M. Pike, and D. Drews. 1995. Field performance comparison of two transgenic summer squash hybrids to their parental hybrid line. HortScience 30 (3): 492-493.

Armengol, J., R. Sales, and J. Garcia-Jiménez. 1999. Disease development of *Acremonium cucurbitacearum* on melon roots during early growth stages. (In Spanish with English summary). Boletin de Sanidad Vigetal, Plagas 25 (3): 265-277. c.a. Rev. Plant Pathol. 79 (7): Abst. 5276; 2000.

Baldin, E. L. L. et al. 2000. Oviposition preference of *Bemisia tabaci* "B" biotype for *Cucurbita moschata* and *Cucurbita maxima* genotypes. (In Spanish with English summary). Boletin de Sanidad Vegetal, Plagas 26 (3): 409-413. c. a. Plant Breeding Abst. 71: Abst. 12755; 2001.

Barbour, J. D. 1999. Vegetable crops: search for arthropod resistance in genetic resources, pp. 171-189. In: S. L. Clement and S. S. Quisenberry (eds.). Global plant genetic resources for insect-resistant crops. CRC Press, Boca Raton, Boston.

Bardin, M., C. Dogimont, P. Nicot, and M. Pitrat. 1999. Genetic analysis of resistance of melon line PI 124112 to *Sphaerotheca fuliginea* and *Erysiphe cichoracearum* studied in recombinant inbred lines. Acta. Hort. No. 492: 163-168.

Barnes, W. C. and W. M. Epps. 1954. An unreported type of resistance to cucumber downy mildew. Plant Disease Reptr. 38: 620.

Barnes, W. C. and W. M. Epps. 1955. Progress in breeding cucumbers resistant to anthracnose and downy mildew. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 65: 409-415.

Barnes, W. C. and W. M. Epps. 1956. Powdery mildew resistance in South Carolina cucumbers. Plant Disease Reptr. 40: 1093.

Benjamin, I. et al. 2009. Cisgenic melons over expressing glyoxylate aminotransferase are resistant to downy mildew. Europ. J. Plant Pathol. 125 (3): 355-365.

Ben-Naim, Y. and Y. Cohen. 2015. Inheritance of resistance to powdery mildew race 1W in watermelon. Phytopathology 105 (11): 1446-1457.

Blancard, D., H. Lecoq, and M. Pitrat. 1994. A colour atlas of cucurbit diseases. Manson Pub., London, 299 p.

Bohn, G. W. and T. W. Whitaker. 1964. Gentics of resistance to powdery mildew race 2 in muskmelon . Phytopothology 54: 587-591.

Bohn, G. W., A. N. Kishaba, and H. H. Toba. 1972. Mechanisms of resistance to melon aphid in a muskmelon line. HortScience 7: 281-282.

Boissot, N., D. Lafortune, C. Pavis, and N. Sauvion. 2003. Field resistance to *Bemisia tabaci* in *Cucumis melo*. HortSceince 38 (1): 77-80.

Boissot, N., S. Thomas, N. Sauvion, C. Marchal, C. Pavis, and C. Dogimont. 2010. Mapping and validation of QTLs for resistance to aphids and whiteflies in melon. Theor. Appl. Genet. 121 (1): 9-20.

Booy, G., T. C. Wehner, and S. F. Jenkins, Jr. 1987. Resistance of cucumber lines to *Rhizoctonia solani* damping-off: not related to fruit rot resistance. HortScience 22: 105-108.

Boyhan, G., J. D. Norton, B. J. Hacobsen, and B. R. Abrahams. 1992. Evaluation of watermelon and related germplasm for resistance to zucchini yellow mosaic virus. Plant Dis. 76: 251-252.

Boyhan, G. E. and J. D. Norton. 1992. Inheritance of resistance to Alternaria leaf blight in muskmelons. HortScience 27 (10): 1114-1115.

Bohyan, G. E., J. D. Norton, B. R. Abrahams, and H. H. Wen. 1994. A new source of resistance to anthracnose (race 2) in watermelon. HortScience 29 (2): 111-112.

Boyhan, G. E., R. T. Gudauskas, J. D. Norton, and B. R. Abrahams. 1994. Evaluation of watermelon and related germplasm for resistance to the Egyptian strtrain of zucchini yellow mosaic virus. Plant Dis. 78 (1): 100.

Brown, R. N., A. Bolanos-Herrera, J. R. Myers, and M. M. Jahn. 2003. Inheritance of resistance to four cucurbit viruses in *Cucurbita moschata*. Euphytica 129: 253-258.

Brust, G. E. and K. K. Rane. 1995. Differential occurrence of bacterial wilt in muskmelon due to preferential striped cucumber beetle feeding. HortScience 30 (5): 1043-1045.

Call, A. D. and T. C. Wehner. 2011. Gene list 2010 for cucumber. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 33/34: 69-103.

Call, A. D., A. D. Criswell, T. C. Wehner, U. Klosinska, and E. U. Kozik. 2012. Screening cucumber for resistance to downy mildew caused by *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. and Curt.) Rostov. Crop Sci. 52: 577.

Call, A., A. D. Criswell, T. C. Wehner, K. Ando, and R. Grumet. 2012. Resistance of cucumber cultivars to a new strain of cucurbit downy mildew. HortScience 47 (2): 171-178.

Cardoza, Y. J., H. J. McAuslane, and S. E. Webb. 1999. Mechnisms of whitefly-induced squash silverleaf disorder in zucchini. J. Eco. Entomol. 92 (3): 700-707.

Carvalho, F. C. Q. et al. 2013. Selection of watermelon genotypes for resistance to bacterial fruit blotch. Euphytica 190 (2): 169-180.

Cavatora, J., G. Moriarty, M. Henning, M. Glos, M. Kreitinger, H. M. Munger, and M. Jáhn. 2007. 'Marketmore 77' a monoecious slicing cucumber inbred with multiple disease and insect resistances HortScience 42.

Chambliss, O. L. and F. P. Cuthbert. 1968. Cucumber beetle-resistant cucurbits. Veg. Improv. Newsletter 10: 4-5.

Chavez, D. J., E. A. Kabelka, and J. X. Chaparro. 2011. Screening of *Cucurbita moschata* Duchesne germplasm for crown rot resistance to Floridian isolates of *Phytophthora capsici* Leonian. HortScience 46: 536-540.

Chen, J. Q., B. Delobel, Y. Rahbé, and N. Sauvion 1996. Biological and chemical charactersitics of a genetic resistance of melon to the melon aphid. Entomologia Experimentalis et Applicata 80 (1): 250-253.

Chen, J. Q., B. Martin, Y. Rahbé, and A. Fereres. 1997. Early intracellular punctures by two aphid species on near isogenic melon lines with and without the virus aphid transmission (Vat) resistance gene. Europ J. Plant. Pathol. 103 (6): 521-536.

Chen, J. Q. et al. 1997. Melon resistance to the aphid *Aphis gossypii*: behavorial analysis and chemical correlations with nitrogenous compounds. Ent. Exp. Appl. 85 (1): 33-44.

Chikh-Rouhou, H., R. González-Torres, and J. M. Alvarez. 2010. Screening and morphological characterization of melons for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 1.2. HortScience 45: 1021-1025.

Chikh-Rouhou, H., R. Gonzáles-Torres, A. Oumouloud, and J. M. Alvarez. 2011. Inheritance of race 1.2 Fusarium wilt resistance in four melon cultivars. Euphytica 182: 177-186.

Clark, R. L. and C. C. Block. 1984. Belly rot resistance in *Cucumis Sativus*. (Abstract). Phytopothology 74 (7): 819.

Clough, G. H. and P. B. Hamm. 1995. Coat protein transgenic resistance to watermelon mosaic and zucchini yellows mosaic virus in squash and cantaloupe. Plant Dis. 79: 1107-1109.

Coffey, J. L., A. M. Simmons, B. M. Shepard, Y. Tadmor, and A. Levi. 2015. Potential sources of whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) resistance in desert watermelon (*Citrullus colocynthis*) germplasm. HortScience 50 (1): 13-17.

Cohen, R. 1993. A leaf disk assay for detection of resistance of melons to *Sphaerotheca fuliginea* Race 1. Plant Dis. 77: 513-517.

Cohen, S. and Y. Cohen. 1986a. Inheritance of resistance to *Sphaerotheca fuliginea* race 2 and *Pseudoperonospora cubensis* in muskmelon. (Abst.). Phytoparasitica 14 (3): 241-242.

Cohen, S. and Y. Cohen 1986b. Genetics and nature of resistance to race 2 of *Sphaerotheca fuliginea* in *Cucumis melo* PI 124111. Phytopathology 76 (11): 1165-1167.

Cohen, Y. and H. Eyal. 1987. Downy mildew-powdery mildew-, and fusarium wilt-resistant muskmelon breeding line PI 124111F. Phytoparasitica 15 (3): 187-195.

Cohen, Y. and H. Eyal. 1988. Reaction of muskmelon genotypes to races 1 and 2 of *Sphaerotheca fuliginea* in Israel. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 11: 47-49.

Cohen, Y. and H. Eyal. 1995. Differential expression resistance to powdery mildew incited by race 1 or 2 of *Sphaerotheca fuligiea* in *Cucumis melo* genotypes at various stages of plant development. Phytoparasitica 23 (3): 223-230.

Cohen, J. F., and S. Lewis, 2000. A new source of resistance to *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood identified in *Cucumis*. Cucurbit Gen. Coop. Rep. 23: 1-3.

Cohen, Y., C. E. Thomas, S. Cohen, and H. Eyall. 1985. Inheritance of reaction type 4 against downy mildew in *Cucumis melo*. (Abst.) Phytopathology 75 (11): 1378.

Cohen, Y., H. Eyal, J. Hanania, and Z. Malik. 1987. Ultra-structure of *Pseudoperonospora cubensis* in muskmelons susceptible and resistant to downy mildew. (Abst.). Phytopathology 77 (12): 1751.

Cohen, Y., H. Eyal, and J. Hanania. 1990. Ultrastructure, autofluorescence, callose deposition and lignifcation in susceptible and resistant leaves infected with the powdery mildew fungus *Sphaerotheca fuliginea*. Physiol. Mol. Plant Pathol. 36 (3): 191-204.

Cohen, R., S. Schreiber, and H. Nerson,. 1995. Response of melofon breeding lines to powdery mildew, downy mildew, fusarium wilt, and sudden wilt. Plant Dis. 79 (6): 616-619.

Cohen, R., Y. Elkind, Y. Burger, R. Offenbach, and H. Nerson. 1996. Variation in the response of melon genotypes to sudden wilt. Euphytica 87: 91-95.

Cohen, Y., L. Petrov, and A. Baider. 2000. A leaf-disc bioassay for screening cucumbers for resistance to downy mildew. Acta Hort. No. 510: 277-282.

Cohen, R., Y. Burger, C. Horev, U. Saar, and M. Raviv. 2008. Peat in the inoculation medium induces fusarium susceptibility in melons. Plant Breeding 127 (4): 424-428.

Cohen, R. et al. 2014. Phytopathological evaluation of exotic watermelon germplasm as a basis for rootstock breeding. Sci. Hort. 165: 203-210.

Colle, M., B. N. Mansfield, and R. Grumet. 2014. Methanolic extracts of cucumber fruit peel inhibit growth of *Phytophthora capsici*, pp. 13-16. Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Virginia.

Colle, M., E. N. Straley, S. B. Makela, S. A. Hammar, and R. Grumet. 2014. Screening the cucumber plant introduction collection for young fruit resistance to *phytophathora capsici*. HortScience 49 (3): 244-249.

Collins, J. K., P. Perkins-Veazie, N. Maness, and B. Cartwright. 1994. Resistance in muskmelon cultivars to melon aphid. HortScience 29 (11): 1369.

Contin, M. E. 1978. Interspecific transfer of powdery mildew resistance in the genus *Cucurbita.* (Abst.). Diss. Abst. International, B 38 (12): 5673B- 5674B.

Costa, A. E. S. et al. 2018. Resistance to fusarium wilt in watermelon accessions inoculated by chlamydospores. Sci. Hort. 228: 181-186.

Crinò, P. et al. 2007. Evaluation of rootstock resistance to fusarium wilt and gummy stem blight and effect on yield and quality of a grafted 'inodorus' melon. HortScience 42 (3): 521-525.

Criswell, A. D., A. D. Call, and T. C. Wehner. 2011. Genetic control of downy mildew resistance in cucumber – a review. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 33/34: 13-16.

Crosby, K., D. Wolff, and M. Miller, 2000. Comparisons of root morphology in susceptible and tolerant melon cultivars before and after infection by *Monosporascus cannonballus*. HortScience 35 (4): 681-683.

Cucurbit Genetics Cooperative 1988. Gene list of *Cucurbita* spp. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 11: 96-103.

Da Costa, C. P. and C. M. Jones. 1971. Cucumber beetle resistance and mite susceptibility controlled by the bitter gene in *Cucumis sativus* L. Science 172: 1145-1146.

Daley, J., S. Branham, A. Levi, R. Hassell, and P. Wechter. 2017. Mapping resistance to *Alternaria cucumerina* in *Cucumis melo*. Phytopathology 107 (4): 427-432.

Danahoo, R. S., W. W. Turechek, J. A. Thies, and C. S. Kousik. 2013. Potential sources of resistance in U. S. *Cucumis* melo PIs to crown rot caused by *Phytophthora capsici*. HortScience 48 (2): 164-170.

Dane, F., L. K. Hawkins, J. D. Norton, Y. S. Kwon, and Y. H. Om. 1998. New resistance to race 2 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* in watermelon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 21: 37-39.

Danin-Poleg, Y. et al. 1997. Oligogenic inheritance of resistance to zucchini yellow mosaic virus in melons. Euphytica 93: 331-337.

Danin-Poleg, Y. et al. 1999. Identification of the gene for resistance to fusarium wilt races 0 and 2 in *Cucumis melo* 'Dulce'. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 22: 19-20.

Daryono, B. S., S. Somowiyarjo, and K. T. Natsuaki. 2003. New source of resistance to cucumber mosaic virus in melon. SABRAO Journal of Breeding and Genetics 35 (1): 19-26.

Davis, A. R., A. L. Levi, T. Wehner, and M. Pitrat. 2006. PI 525088-PMR, a melon race 1 powdery mildew-resistant watermelon line. HortSicence 41 (7): 1527-1528.

Davis, A. R. et al. 2007. Evaluation of watermelon and related species for resistance to race 1w powdery mildew. S. Amer. Soc. Hort. Sci. 132: 193-201.

De Kogel, W. J., A.Balkema-Boomstra, M. Van der Hoek, S. Zijlstra, and C. Mollema. 1997. Resistance to western flower thrips in greenhouse cucumber: effect of leaf position and plant age on thrips reproduction. Euphytica 94: 63-67.

De Oliveira, A. C. B., W. R. Maluf, J. E. B. P. Pinto, and S. M. Azevedo. 2003. Resistance to papaya ringspot virus in summer squash *Cucurbita pepo* L. introgressed from an interspecific *C. pepo* × *C. Moschata* cross. Euphytica 132: 211-215.

De. Ponti, O. M. B. and F. Garretsen. 1980. resistance in *Cucumis sativus* L. to *Tetranychus urticae* Koch. 7. The inheritance of resistance and bitterness and the relation between these characters. Euphytica 29: 513-523.

Dhillon, N. P. S. 1992. Non-linkage of bitterness and resistance to spider mite in cucumber. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 15: 31-32.

Dhillon, N. P. S. and B. R. Sharma. 1989. Relationship between field and cage assessments for resistance to red pumpkin beetle in summer squash. Euphytica. 40: 63-65.

Dhillon, N. P. S. and T. C. Wehner. 1991. Host-plant resistance to insects in cucurbits - germplasm resources, genetics and breeding. Tropical Pest Management 37 (4): 421-428.

Dias, R. de C. S., B. Picó, J. Herraiz, A. Espinós, and F. Nuez. 2002. Modifying root structure of cultivated muskmelon to improve vine decline resistance. HortScience 37 (7): 1092-1097.

Diaz, J. A. et al. 2003. Potential sources of resistance for melon to nonpersistently aphid-borne viruses. Plant Dis. 87: 960-964.

Dixon, G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 404 p.

Dogimont, C. 2011. 2011 Gene list of melon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 33/34: 104-133.

Dogimont, C., D. Bordat, M. Pitrat, and C. Pages. 1995. Characterization of resistance to *Liriomyza trifolii* (Burgess) in melon (*Cucumis melo* L.). Fruits (Paris) 50 (6): 449-452.

Dogimont, C., S. Slama, J. Martin, H. Lecoq, and M. Pitrat. 1996. Sources of resistance to cucurbit aphid-borne yellows luteovirus in melon germ plasm collection. Plant Disease 80 (12): 1379-1382.

Dogimont, C. et al. 1997. Two complementary recessive genes conferring resistance to cucurbit aphid-borne yellows luteovirus in an Indian melon line (*Cucumis melo* L.). Euphytica 96 (3): 391-395.

Dogimont, C., D. Bordat, C. Pages, N. Boissot, and M. Pitrat. 1999. One dominant gene conferring the resistance to the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) Diptera: Agromyzidae in melon (*Cucumis melo* L.). Euphytica 105 (1): 63-67.

Duffus, J. E., R. C. Larsen, and H. Y. Liu. 1986. Lettuce infectious yellows virus - a new type of whitfly-transmitted virus. Phytopathology 76: 97-100.

Dutta, S. K., C. V. Hall, and E. G. Heyne. 1960. Observations on the physiological races of *Colletotrichum lagenarium*. Bot. Gaz 121 (3): 163-166.

East, D. A., J. V. Edelson, and M. K. Harris. 1992. Evaluation of screening methods and search for resistance in muskmelon, *Cucumis melo* L. to the twospotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch. Crop. Prot. 11 (1): 39-44.

Eid, S., Y. Abou-Jawdah, C. El-Mohtar, H. Sobh, and M. Havey. 2006. Tolerance in cucumber to cucurbit yellow stunting disorder virus. Plant Dis. 90 (5): 645-649.

El-Doweny, H. H., M. M. Aly, and F. A. Abd El-Bary. 1993. Inheritance of resistance to powdery mildew disease (*Sphaerotheca fuliginae* race 2) in melon. Ann. Agr. Sci., Ain Shams Univ., Cairo, 38 (2): 717-723.

Elkabetz, M., H. S. Paris, Y. Burger, A. Hanan, and R. Cohen. 2016. Two genes for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* in melon (*cucumis melo*, Cucurbitaceae). Sci. Hort. 201: 57-60.

Epinat, C., M. Oitrat, and F. Bertrand. 1993. Genetic analysis of resistance of five lines to powdery mildews. Euphytica 65 (2): 135-144.

Epinat, C. and M. Pitrat. 1994a. Inheritance of resistance to downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in muskmelon (*Cucumis melo*). I. Analysis of 8×8 diallel table. Agronomie 14 (4): 239-248.

Epinat, C. and M. Pitrat. 1994b. Inheritance of resistance to downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in muskmelon (*Cucumis melo*). II. Generation means analysis of 5 genitors. Agronomie 14 (4): 249-257.

Essafi, A. et al. 2008. Dissection of the oligogenic resistance to cucumber mosaic virus in the melon accession PI 16375. Theor. Appl. Gen. 118 (2): 275-284.

Esteva, J., and F. Nuez. 1988. Rsistance to yellowing disease in wild relatives of muskmelon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 11: 52-53.

Esteva, J. and F. Nuez. 1992. Tolerance to a whitefly-transmitted virus causing muskmelon yellows disease in Spain. Theor. Appl. Gen. 84 (5-6): 693-697.

Ficcadenti, N. et al. 2002. Resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 1,2 in muskmelon lines Nad-1 and Nad-2. Plant Dis. 86: 897-900.

Fita, A., F. Nuez, and B. Picó. 2011. Diversity in root architecture and response to P deficiency in seedlings of *Cucumis melo* L. Euphytica 181: 323-339.

Floris, E. and J. M. Alvarez. 1995. Genetic analysis of resistance of three melon lines to *Sphaerotheca fuliginea*. Euphytica 81 (2): 181-186.

Fossuliotis, G. 1967. Species of *Cucumis* resistant to the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita acrita*. Plant Dis. Rep. 51 (9): 720-723.

Fuchs, M. and D. Gonlsalves. 1995. Resistance of transgenic hybrid squash Zw-20 expressing the coat protein genes of zucchini yellow mosaic virus and watermelon mosaic virus 2 to mixed infections by both potyviruses. Bio/Technology 13 (13): 1466-1473.

Fuchs, M. et al. 1997. Cantaloupe line CZW-30 containing coat protein genes of cucumber mosaic virus, zucchini yellow mosaic virus, and watermelon mosaic virus-2 is resistant to these three viruses in the field. Molecular Breeding 3 (4): 279-290.

Fuchs, M. et al. 1998. Comparative virus resistance and fruit yield of transgenic squash with single and multiple coat protein genes. Plant Disease 82(12): 1350-1356.

Fuchs, M., F. E. Klas, J. R. McFerson, and D. Gonsalves. 1998. Transgenic melon and squash expressing coat protein genes of aphid-borne viruses do not assist the spread of an aphid non-transmissible strain of cucumber mosaic virus in the field. Transgenic Research 7 (6): 449-462.

Fukino, N. et al. 2008. Identification of QTL for resistance to powdery mildew and SSR markers diagnostic for powdery mildew resistance genes in melon (*Cucumis melo* L.). Theor. Appl. Gen. 118: 165-175.

Galipienso, L., D. Janssen, L. Rubio, J. Aramburu, and L. Velasco. 2013. Cucumber vein yellowing virus isolate-specifi expression of symptoms and viral RNA accumulation in susceptible and resistent cucumber cultivars. Crop. Prot. 43: 141-145.

Garzo, E., I. Palacios, B. Martin, and A. Fereres. 2001. The virus aphid transmission resistance (Vat) gene in melon (*Cucumis melo*) germplasm: properties and proposed mode of action. Recent Res. Dev. Plant Biol. 1 (1): 71-81.

Gilbert-Albertini, F., H. Lecoq, M. Pitrat, and J. L. Nicolet. 1993. Resistance of *Cucurbita moschata* to watermelon mosaic virus type 2 and its genetic relation to resistance to zucchini yellow mosaic virus. Euphytica 69: 231-237.

Gilbert, R. Z. et al. 1994. Inheritance of resistance to watermelon mosaic virus in *Cucumis melo* L. HortScience 92 (2): 107-110.

Gillaspie, A. G., Jr. and J. M. Wright. 1993. Evaluation of *Citrullus* sp. germ plasm for resistance to watermelon mosaic virus 2. Plant Dis. 77 (4): 352-354.

González-Román and L. Wessel-Beaver. 2002. Resistance to silverleaf disorder is controlled by a single recessive gene in *Cucurbita moshata* Duchesne. Cucurbit Genetics Cooperative Report 25: 44-50.

Gonsalves, C. et al. 1994. Transferring cucumber mosaic virus-white leaf strain coat protein gene into *Cucumis melo* L. and evaluating transgenic plants for protection against infections. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119 (2): 345-355.

Graves Gillaspie, A. and R. L. Jarret. 1997. Watermelon mosaic virus resistant watermelon breeding lines WM-1, WM-2, WM-3, and WM-4. HortScience 32 (6): 1136.

Groot, S. P. C., S. Zijlstra, and J. Jansen. 1992. Phosphorus nutrition and selection against leaf chlorosis related to powdery mildew resistance in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 (3): 500-503.

Grumet, R., E. Kabelka, S. McQueen, T. Wai, and R. Humphery. 2000. Characterization of sources of resistance to the watermelon strain of papaya ringspot virus in cucumber: allelism and co-segregation with other potyvirus resistances. Theo. App. Gen. 101 (3): 463-472.

Guiu-Aragonés, C. et al. 2014. Cucumber mosaic virus resistance in melon: learning lessons from the virus, pp. 10-12. In: Cucurbitaceae 2014 Procedings. Amer. Soc. Hort. Sci. Alexandria , Va. U.S.

Gusmini, G. and T. C. Wehner. 2006. Review of watermelon genetics for plant breeders. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 28/29: 52-61.

Gusmini, G., T. C. Wehner, and G. J. Holmes. 2002. Disease assessment scales for seedling screening and detached leaf assay for gummy stem blight in watermelon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 25: 36-40.

Gusmini, G., L. A. Rivera-Burgos, and T. C. Wehner. 2018. Inheritance of resistance to gummy stem blight in watermelon. HortScience 52 (11): 1477-1482.

Harwood, R. R. and D. Markarian. 1968a. The inheritance of resistance to powdery mildew in the cantaloupe variety Seminole. J. Hered. 59: 126-130.

Harwood, R. R. and D. Markarian. 1968b. A genetic survey of resistance to powdery mildew in muskmelon. J. Hered. 59: 213-217.

Hassan, A. A. and J. E. Duffus. 1986. A review of observations and investigations on the yellowing and stunting disorder of cucurbits. Emirates J. Agr. Sci. 2: 1-16.

Hassan, A. A. et al. 1990. Evaluation of domestic and wild *Cucumis melo* germplasm for resistance to the yellow-stunting disorder in United Arab Emirates. Egypt. J. Hort. 17 (2): 181-199.

Hassan, A. A., N. E. Quronfilah, U. A. Obaji, M. A. Al-Rays, and M. S. Wafi. 1991. Evaluation of domestic and wild *Citrullus germplasm* for resistance to the yellow-stunting disorder in the United Arab Emirates. Egypt. J. Hort. 18 (1): 11-21.

Hassan, A. A., M. M. Merghany, K. A. Abdel-Ati, A. M. Abdel-Salam, and Y. M. Ahmed. 1998a. Inheritance of resistance to interveinal mottling and yellowing disease in cucurbits. Egypt. J. Hort. 25 (2): 209-224.

Havey, M. J. 1997. CMV Resistance in cucumber – a correction. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 20: 18.

Hawkins, L. K., F. Dane, T. L. Kubisiak, B. B. Rhodes, and R. L. Jarret. 2001. Linkage mapping in a watermelon population segregating for Fusarium wilt resistance. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126 (3): 344-350.

Hawthorn, L. R. and L. H. Pollard. 1954. Vegetable and flower seed production. The Blakiston Co., Inc., N. Y. 626 p.

Hayia, Z. A. and I. M. Al-Shahwan. 1991. Inheritance of resistance to zucchini yellow mosaic virus in cucumber. Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 98 (3): 301-304.

He, X. et al. 2013. QTL mapping of powdery mildew resistance in W1 2757 cucumber (*Cucumis sativus* L.). Theor. Appl. Gen. 126 (8): 2149-2161.

Healey, P., T. J. Ng, and F. A. Hammerschlag. 1994. Response of leaf spot sensitive and tolerant muskmelon (*Cucumis melo* L.) cells to the phytotoxin roridin E. Plant Sci. (Limerick) 97 (1): 15-21.

Helal, R. M. E. 1976. Genetical and physiological studies on the nature of resistance to Fusarium wilt in watermelon and related species. Ph. D. thesis, Ain Shams Univ. 56 p.

Helal, R. M., M. Abd El-Maksoud, K. A. Okasha, S. Bahaa El-Din, M. S. Abd-El Monam, and H. H. El-Doweny. 1986. Genetical and physiological studies on the nature of resistance to gummy stem blight disease in sweet melon. Ann. Agr. Sci., Moshtohor 24 (1): 353-363.

Herman, R. and R. Perl-Treves. 2007. Characterization and inheritance of a new source of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 1.2 in *Cucumis melo*. Plant Dis. 91 (9): 1180-1186.

Herrington, M. E., R. S. Greber, P. J. Brown, and D. M. Persley. 1988. Inheritance of resistance to zucchini yellow mosaic virus in *Cucurbita maxima* cv. Queensland Blue × *C. ecuadorens*is. Queensland J. Agr. Animal. Sci. 45 (2): 145-149.

Herrington, M. E., D. E. Byth, D. S. Teakle, and P.J. Brown 1989. Inheutance of resistance to papaya ringspot virus type W in hybrids between *Cucurbita ecuadorensis* and *C. maxima*. Aust. J. Exp. Agr. 29 (2): 253-259.

Holdspworth, W. L. et al. 2014. Breeding for downy mildew resistance in cucumber, p. 93. In. Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alex., Va, US.

Hopkins, D. L. and A. Levi. 2008. Progress in the development of Crimson Sweet-type watermelon breeding lines with resistance to *Acidovorax avenae* subsp. *Citrulli*. Cucurbitacea 2008, INRA, Avignon, France. pp. 157-160.

Hopkins, D. L., R. J. Lobinske, and R. P. Larkin. 1992. Selection for *Fusarium oxysporum* f. sp. niveum race 2 in monocultures of watermelon cultivars resistant to Fusarium wilt. Phytopathology 82: 290-293.

Hopkins, D. L. and C. M. Thompson. 2002. Evaluation of *Citrullus* sp. germ plasm for resistance to *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Plant Dis. 86: 61-64.

Horejsi, T., J. E. Staub, and C. Thomas. 2000. Linkage of random amplified polymorphic DNA markers to downy mildew resistance in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Euphytica 115: 105-113.

Iezzoni, A. F. and C. E. Peterson. 1980. Linkage of bacterial wilt resistance and sex expression in cucumber. HortScience 15: 257-258.

Iglesias, A. and F. Nuez. 1997. Melon dieback: effect of thermic stress and inoculum. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 20: 35-36.

Iglesias, A., B. Picó, and F. Nuez. 2000. A strategy for selecting *Cucumis melo* L. resistance sources to melon vine decline in field assays. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 23: 24-26.

Ivanoff, S. S. 1944. Resistance of cantaloupes to downy mildew and the melon aphid. J. Hered. 35: 34-39.

Kabelka, E. and R. Grumet. 1997. Inheritance of resistance to the Moroccan watermelon mosaic virus in the cucumber line TMG-1 and cosegregation with zucchini yellow mosaic virus resistance. Euphytica 95: 237-242.

Kabelka, E. A. and K. Young. 2010. Identification of molecular markers associated with resistance to squash silverleaf disorder in summer squash (*Cucurbita pepo*). Euphytica 173 (1): 49-54.

Kabelka, E. Z. Ullah, and R. Grumet. 1997. Multiple alleles for zucchini yellow mosaic virus resistance at the zym locus in cucumber. Theo. App. Gen. 95 (5/6): 997-1004.

Kamooh, A. A., H. H. El-Doweny, and M. M. Abd El-Rahman. 1995. Inheritance of fruit weight and resistance to zucchini yellow mosaic virus in watermelon. J. Agr. Sci. Mansoura Univ. 20 (4): 1417-1428.

Kang, H. et al. 2010. Fine genetic mapping localizes cucumber scab resistance gene Ccu into an R gene cluster. Theoretical and Appl. Gen. 121.

Kang, H. et al. 2012. Fine genetic mapping localizes cucumber scab resistance gene Ccu into an R gene center. Theo. Appl. Genet. 122 (4): 795-803.

Kassem, M. A. et al. 2015. Resistance to cucurbit aphid-borne yellows virus in melon accession TGR-1551. Phytopathology 105 (10): 1389-1396.

Keinath, A. P. and V. B. DuBase. 2000. Evaluation of pumpkin for downy mildew resistance, virus tolerance, and yield. HortScience 35 (2): 281-285.

Kenigsbuch, D. and Y. Cohen. 1987. Inheritance of resistance to powdery mildew race 1and race 2 in muskmelons. (Abst.) Phytopathology 77(12): 1724.

Kenigsbuch, D. and Y. Cohen 1989. Independent inheritance if resistance to race 1 and race 2 of *Sphaerotheca fuliginea* in muskmelon. Plant Dis. 73: 206-208.

Kenigsbuch, D. and Y. Cohen. 1992a. Inheritance of resistance to downy mildew in *Cucumis melo* PI 124112 and commonality of resisatnce genes with PI 124111F. Plant Dis. 76: 615-617.

Kenigsbuch, D. and Y. Cohen. 1992b. Inheritance and allelism of genes for resistance to races 1 and 2 of *Sphaerotheca fuliginea* in muskmelon. Plant Dis. 76 (6): 626-629.

Khalil, S. M., A. S. Sadik, H. El-Doweny, and M. A. Madkour. 1999. Production of transgenic squash plants resistant to zucchini yellow mosaic virus. Arab J. Biotechnol. 2 (1): 27-44.

Kim, Z. H. 1990. Inheritance of resistance to downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in *Cucumis melo*. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 37 (2): 242-247.

Kim, D. G. and H. W. Do. 2001. Resistance to root-knot nematodes in *Cucumis* species (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 42 (3): 279-283. c.a. Plant Breeding Abst. 71: Abst. No. 12765; 2001.

Kim, M. J. et al. 2013. Evaluation of watermelon germplasm for resistance to Phytophthora blight caused by *Phytophthora capsic*i. Plant Pathol. J. 29 (1): 87-92.

Kishaba, A. N., S. Castle, J. D. McCreight, and P. R. Desjardins. 1992. Resistance of white-flowered gourd to sweetpotato whitefly. HortScience 27 (11): 1217-1221.

Kishaba, A. N. et al. 1992. Virus transmission by *Aphis gossypii* Glover to aphid-resistant and susceptible muskmelons. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 (2): 248-254.

Klingler, J., G. Powell, G. A. Thompson, and R. Issacs. 1998. Phloem specific aphid resistance in *Cucumis melo* line AR5: effects on feeding behaviour and performance of *Aphis gossypii*. Entomol. Exp. Appl. 86 (1): 79-88.

Klingler, J. et al. 2001. Mapping of cotton-melon aphid resistance in melon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126 (1): 56-63.

Koga-Ban, Y. et al. 2004. Biosafety assessment of transgenic plants in the greenhouse and the field - a case study of transgenic cucumber. JARQ 38 (3): 167-174.

Kooistra, E. 1971. Inheritance of fruit and skin colours in powdery mildew resistant cucumbers (*Cucumis sativus* L.). Euphytica 20: 521-523.

Kosmrlj, K., J. Murovec, T. Krumpestar, E. Stajic, and B. Bohanec. 2014. Advances of biotechnical approaches for breeding of pumpkins (*Cucurbita pepo* L.), pp. 122-124. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedongs. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, VA, USA.

Kousik, C. S. and J. L. Ikerd. 2014. Evidence for cucurbit powdery mildew pathogen races based on watermelon differentials, pp. 32-34. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Va, U.S.

Kousik, C. S., B. M. Shepard, R. Hassell, A. Levi, and A. M. Simmons. 2007. Potential sources of resistance to broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) in watermelon germplasm. HortScience 42.

Kousik, C. S., A. Levi, K. S. Ling, and W. P. Wechter. 2008. Potential sources of resistance to cucurbit powdery mildew in U.S. plant introductions of bottle gourd. HortScience 43.

Kousik, C. S., S. Adkins, W. W. Turechek, and P. D. Roberts. 2009. Sources of resistance in U.S. plant introductions to watermelon vine decline caused by squash vein yellowing virus. HortScience 44: 256-262.

Kousik, C. S., J. L. Ikerd, P. Wechter, H. Harrison, and A. Levi. 2012. Resistance to *Phytophthora* fruit rot of watermelon caused by *Phytophthora capsici* in U.S. plant introductions. HortScience 47 (12): 1682-1689.

Kousik, C. S., R. S. Donahoo, and R. Hassell. 2012. Resistance in watermelon rootstocks to crown rot caused by *Phytophthora capsici*. Crop. Prot. 39: 18-25.

Kousik, C. S., J. L. Ikerd, and W.W. Turechek. 2014. Fruit age and development of phoytophthora fruit rot on resistant and susceptible watermelon lines, pp. 35-37. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Va, U.S.

Kousik, C. S., J. L. Ikerd, and W.W. Turechek. 2018. Development of phytophthora fruit rot caused by *phytophthora capsici* on resistant and susceptible watermelon fruit of different ages. Plant Dis. 102 (2): 370-374.

Kozik, E. U., U. Klosińska, A. D. Call, and T. C. Wehner 2013. Heritability and genetic variance estimates for resistance to downy mildew in cucumber accession Ames 2354. Crop Science 53: 177.

Krasnow, C. S., R. P. Naegele, and M. K. Hausbeck. 2014. Evaluation of fruit rot resistance in *Cucurbita* germplasm resistant to *Phytophthora capsici* crown rot. HortScience 49 (3): 285-288.

Kristkova, E. and A. Lebeda. 1999. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 22: 53-54.

Kudela, V. and A. Lebeda. 1997. Response of wild *Cucumis* species to inoculation with *Pseudomonas synringae* pv. *lachrymans*. Gen. Res. Crop. Evolu. 44 (3): 271-275.

Kuginuki, Y., T. Kawaide, and T. Kanno. 1994. Screening methods for varietal differences in resistance to *Phytophthora capsici* leonian in *Cucurbita*. (In Japanese with English summary). Bul. Nat. Res. Inst. Veg., Ornamental Plants, Tea. Series A. Veg. Ornamental Plants No. 9: 1-11. c.a. Plant Breeding Abst. 65. Abst. 13011; 1995.

Lambel, S. et al. 2014. A major QTL associated with *Fusarium oxysporum* race 1 resistance identified in genetic populations derived from closely related watermelon lines using selective genotyping and gentyping -by- sequencing for SNP discovery. Theo. App. Gen. 127 (10): 2105-2115.

Lebeda, A. and Y. Cohen. 2011. Cucurbit downy mildew (*Pseduoperonospora cubensis*) – biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. Eur. J. Plant Pathol. 129: 157-192.

Lebeda, A. and M. P. Widrlechner. 2003. A set of Cucurbitacea taxa for differentiation of *Pseudoperonospora cubensis* pathotypes. J. Plant Dis. Prot. 110 (4): 337-349.

Lebeda, A. et al. 2016. Race-specific response of *Cucurbita* germplasm to *Pseudoperonospora* cubensis. Euphytica 212 (1): 145-156.

Lee, J. M. and M. Oda. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Hort. Rev. 28: 61-123.

Leibovich, G., Y. Elkind, A. Dinoor, and R. Cohen. 1995. Quantitative genetic analysis of *Sphaerotheca fuliginea* sporulation in *Cucurbita pepo*. Plant Breeding 114 (5): 460-462.

Leibovich, G., R. Cohen, and H. S. Paris. 1996. Shading of plants facilitates selection for powdery mildew resistance in squash. Euphytica 90 (3): 289-292.

Leneda, A. and E. Kristkova. 1996. Resistance in *Cucurbita pepo* and *Cucurbita maxima* germplasms to cucumber mosaic virus. Genetic Resources and Crop Evoluation 43 (5): 461-469.

Levi, A. et al. 2016. Resistance to papaya ringspot virus-watermelon strain (PRSV-W) in the desert watermelon *Citrullus colocynthis*. HortScience 51 (1): 4-7.

Liang, D., Q. Hu, Q. Xu, X. Qi, and F. Zhou. 2015. Genetic inheritance analysis of melon aphid (*Aphis gossypii* Glover) resistance in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Euphytica 205 (2): 361-367.

Linde, D. C., W. C. Bridges, and B. B. Rhodes. 1990. Inheritance of resistance in cucumber to race 2 of *Colletotrichum lagenarium*. Theo. App. Gen. 79 (1): 13-16.

Ling, K. S. and A. Levi. 2007. Sources of resistance to zucchini yellow mosaic virus in *Lagenaria siceraria* germplasm. HortSceince 42.

Ling, K. S. and A. Levi. 2007. Sources of resistance to zucchini yellow mosaic virus in *Lagenaria siceraria* germplasm. USDA, Agr. Res. Ser. The Internet.

Liu, S. et al. 2017. Genetic analysis and QTL mapping of resistance to gummy stem blight in *Cucumis sativus* seedling stage. Plant Dis. 101 (7): 1145-1152.

López-Sesé, A. I. and M. L. Gómez-Guillamón 2000. Resistance to cucurbit yellowing stunting disorder virus (CYDV) in *Cucumis melo* L. HortScience 35 (1): 110-113.

López, C., M. Ferriol, and M. B. Picó. 2015. Mechanical transmission of tomato leaf curl New Delhi virus to cucurbit germplasm: selection of tolerance sources in *Cucumis melo*. Eyphytica 204 (3): 679-691.

Lot, H., B. Delecolle, and H. Lecoq. 1983. A whitefly-transmitted virus causing muskmelon yellows in France. Acta Hort. 127: 175-182.

Lovic, B. R., V. A. Valadez, R. D. Martyn, and M. E. Miller. 1995. Detection and identification of *Monosporascus* spp. with genus-specific PCR primers and nonradioactive hybridization probes. Plant Dis. 79 (11): 1169-1175.

Lou, L. 2013. Genetic mapping of gummy stem bight (*Didymella bryoniae*) resistance genes in *Cucumis sativus-hystrix* introgression lines. Euphytica 192 (3): 359-369.

Ma, Q. and H. W. Cui. 1995. Histopathology of cucumber resistance to downy mildew. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 18: 26-28.

Mallor Gimenez, C., J. M. Alvarez, and M. Luis-Arteaga. 2003a. A resistance to systemic symptom expression of melon necrotic spot virus in melon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128 (4): 541-547.

Mallor Gimenez, C., J. M. A. Alvarez, and M. L. Arteaga. 2003b. Inheritance of resistance to systemic symptom expression of melon necrotic spot virus (MNSV) in *Cucumis melo* L. 'Doublon'. Euphytica 134: 319-324.

Maluf, W. R., J. J. Pereira, and A. R. Figueira. 1997. Inheritance of resistance to the papaya ringspot virus-watermelon strain from two different accessions of winter squash *Cucurbita maxima* Duch. Euphytica 94: 163-168.

Mansour, F. and Z. Karchi. 1990. The evaluation of antibiosis of selected lines for resistance of melon to the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus*. Bul. Entomol. Res. 80 (3): 345-347.

Mansour, F., Z. Shain, Z. Karchi, and U. Gerson. 1994. Resistance of selected melon lines to the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae - field and laboratory experiments. Bulletin of Ent. Res. 84 (2): 265-267.

Matsumoto, Y. and M. Miyagi. 2012. Chromosomal location and mode of inheritance of a gene conferring resistance to fusarium wilt in *Cucumis anguria* L. J. Hort. Sci. Biotechnol. 87 (6): 539-544.

Marco, C. F., J. M. Anguilar, J. Abad, M. L. Gómez-Guillamón, and M. A. Aranda. 2003. Melon resistance to cucurbit yellow stunting disorder virus is characterised by reduced virus accumulation. Phytopathology 93: 844-852.

Martyn, R. D. 1987. *Fuasarium oxysporum* f. sp. *niveum* race 2: a highly aggressive new race to the United States. Plant Dis. 71 (3): 233-236.

Martyn, R. D. and D. Netzer. 1991. Resistance to races 0,1, and 2 of fusarium wilt of watermelon in *Citrullus* sp. P. I. 1296341-FR. HortScience 26: 429-432.

McAuslane, H. J., S. E. Webb, and G. W. Elmstrom. 1996. Resistance in germplasm of *Cucurbita pepo* to silverleaf, a disorder associated with *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). Florida Entomologist 79 (2): 206-221.

McCreight, J. D. 1991. Potential sources of resistance to lettuce infectious yellows in melon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 14: 51-52.

McCreight, J. D. 1994. Screening of melons for sweetpotato whitefly resistance. Cucurbit Genetics Cooperative Report No. 17: 83-85.

McCreight, J. D. 2000. Inheritance of resistance to lettuce infections yellows virus in melon. HortScience 35 (6): 1118-1120.

McCreight, J. D. 2006. Melon-powdery mildew interactions reveal variation in melon cultigen and *Podosphaera xanthii* races 1 and 2. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 131 (1): 59-65.

McCreight, J. D. and M. D. Coffey. 2011. Inheritance of resistance in melon PI 313970 to cucurbit powdery mildew incited by *Podosphaera xanthii* race S. HortScience 46: 838-840.

McCreight, J. D. and A. N. Kishaba. 1991. Reaction of cucurbit species to squash leaf curl virus and sweetpotato whitefly. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 137-141.

McCreight, J. D. and W. M. Wintermantel. 2011. Genetic resistance in melon PI 313970 to cucurbit yellow stunting disorder virus. HortScience 46 (12): 1582-1587.

McCreight, J. D., M. Peitrat, C. E. Thomas, A. N. Kishaba, and G. W. Bohn. 1987. Powdery mildew resistance genes in muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 (1): 156-160.

McGrath, D. J., L. Vawdrey, and I. O. Walker. 1993. Resistacne to gummy stem blight in muskmelon. HortScience 28 (9): 930-931.

McCreight, J. D., H. Y. Liu, and T. A. Turini. 2008. Genetic resistance to cucurbit leaf crumple virus in melon. HortScience 43 (1): 122-126.

Meru, G. and C. E. McGregor. 2016. A. genetic locus associated with resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* race 2 in *Citrullus lanatus*-type watermelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 141 (6): 617-622.

Meyer, M. D. and M. K. Hausbeck. 2012. Using cultural practices and cultivar resistance to manage phytophthora crown rot on summer squash. HortScience 47 (8): 1080-1084.

Mohammed, M. A., A. A. Hassan, I. I. Oksh, and R. Hilal. 1981. Nature of resistance to Fusarium wilt in watermelon. Egypt. J. Hort. 8: 1-12.

Mohr, H. C. 1986. Watermelon breeding. In M. J. Bassett (ed.). "Breeding Vegetable Crops", pp. 37-66. Avi Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut.

Morales, M. et al. 2002. Marker saturation of the region flanking the gene NSV conferring resistance to melon necrotic spot carmovirus (MNSV) in melon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127 (4): 540-544.

Morales, M. et al. 2005. A physical map covering the nsv locus that confers resistance to melon necrotic spot virus in melon (*Cucumis melon* L.). Theor. Appl. Genet.

More, T. A. et al. 1993. Breeding and development of cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV) resistant lines in melon (*Cucumis melon* L.). Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 16: 44-46.

Moreno, V., J. L. Gomez Aguilera, C. Guerau de Arellano, and L. A. Roig. 1993. Preliminary screening of cucurbits species for *Bemisia tabaci* Genn. whitefly resistance. Cucurbit Gen. Coop. Rep. 16: 87-89.

Morishita, M., K. Sugiyama, and T. Saito 2000. Gene sources of powdery mildew resistance in cucumber. Acta Hort. No. 521: 83-90.

Morishita, M., K. Sugiyama, T. Saito, and Y. Sakata. 2002. An improved evaluation method for screening and selecting powdery mildew resistant cultivars L.). (In Jepanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 71 (1): 94-100. c.a. Rev. Plant Pathol. 81: Abst. 8685; 2002.

Morishita, M., K. Sugiyama, T. Saito, and Y. Sakata. 2003. Powdery mildew resistance in cucumber. JARQ 37 (1): 7-4.

Munger, H. M., S. Omara, and A. Morales. 1979. Partially dominant genes for resistance to powdery mildew in cucumber. (Abst.) HortScience 14 (3,III): 447.

Munger, H. M., Y. P. Zhang, S. L. Fenton, and M. Kyle. 1995. Leaf blower adapted for large-scale inoculation of plants with mechanically transmitted viruses. HortScience 30 (6): 1266-1267.

Mutechler, M. A. 1988. Dedication: Henry M. Munger: vegetable breeder and educator. Plant breeding Rev. 4: 1-8.

Nameth, S. T., F. F., Laemmlen, and J. A. Dodds. 1985. Viruses cause heavy melon losses in desert valleys. Calif. Agr. 39 (7/8): 28-29.

Netzer, D., D. Globerson, Ch. Weintal, and R. Elyassi . 1985. Sources and inheritance of resistance to stemphylium leaf spot of lettuce. Euphytica 34: 393-396.

Ning, X. et al. 2014. Inheritance and location of powdery mildew resistance gene in melon Edisto 47. Euphytica 195 (3): 345-353.

Nishibayashi, S., T. Hayakawa, T. Nakajima, M. Suzuki, and H. Kaneko. 1996. CMV protection in transgenic cucumber plants with an interoduced CMV-O cp gene. Theo. App. Gen. 93 (5/6): 672-678.

Norton, J. D. 1978. Watermelon: breeding for resistance to *Mycosphaerella citrullina* and *Colletotrichum lagenarium*. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 1: 24.

Nugent, P. E. and P. D. Dukes. 1997. Root-knot nematode resistance in *Cucumis* species. HortScience 32 (5): 880-881.

Nugent, P. E., F. P. Cuthbert, Jr. and J. C. Hoffman. 1984. Two genes for cucumber beetle resistance in muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 (6): 756-759.

Nuttall, V. W. and J. J. Jasmin. 1958. The inheritance of resistance to bacterial wilt (*Erwinia tracheiphila* (E. F. Sm.) Holland) in cucumber. Canad. J. Plant Sci. 38: 401-404.

Okuda, S. et al. 2013. Resistance in melon to Cucurbit chlorotic yellows virus, a white-fly-transmitted crinivirus Europ. J. Plant Pathol. 135 (2): 313-321.

Olczak-Woltman, G. Bartoszewski, W. Madry, and K. Niemirowicz-Szczytt. 2008. Inheritance of resistance to angular leaf spot (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*) in cucumber and identification of molecular markers linked to resistance. Plant Pathol. 58 (1): 145-151.

Oumouloud, A., M. S. Arendo-Andrés, R. González-Torres, and J. M. Alvarez. 2009. Morphological and molecular characterization of melon accessions resistant to fusarium wilts. Euphytica 169 (1): 69-79.

Oumouloud, A., M. S. Arnedo-Andrés, R. González-Torres, and J. M. Alvarez. 2010. Inheritance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* races 0 and 2 in melon accession Tortuga. Euphytica 176: 183-189.

Oumouloud, A. et al. 2013. Breeding melon for resistance to fusarium wilt: recent developments. Euphytica 192 (2): 155-169.

Oumouloud, A. et al. 2013. Differential response of *Cucumis melo* to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 1.2 isolates. Crop Prot. 44: 91-94.

Oumouloud, A., M. El-Otmani, and J. M. Alvarez. 2015. Molecular characterization of Fom-1 gene and development of functional markers for molecular breeding of resistance to Fusarium race 2 in melon. Euphytica 205 (2): 491-501.

Padley, L. D., Jr., E. A. Kabelka, P. D. Roberts, and R. French. 2008. Evaluation of *Cucurbita pepo* accessions for crown rot resistance to isolates of *Phytophthora capsici*. HortScience 43 (7): 1996-1999.

Padley, L. D., Jr., E. A. Kabelka, and P. D. Roberts. 2009. Inheritance of resistance to crown rot caused by *Phytophthora capsici* in *Cucurbita*. HortScience 44: 211-213.

Palomares, F. J. et al. 2011. Simple sequence repeat markers linked to QTL for resistance to watermelon mosaic virus in melon. Theor. Appl. Genet. 123: 1207-1214.

Pan, R. S. and T. A. More. 1996. Screening melon (*Cucumis melo* L.) germplasm for multiple disease resistance. Euphytica 88 (2): 125-128.

Pang, S. Z. et al. 2000. Resistance to squash mosaic comovirus in transgenic squash plants expressing its coat protein genes. Molecular Breeding 6 (1): 87-93.

Pang, X., X. Zhou, H. Van, and J. Chen. 2013. QTL mapping of downy mildew resistance in an introgression line derived from interspecific hybridization between cucumber and *Cucumis hystrix*. J. Phytopathol. 161: 536-543.

Paplomatas, E. J., K. Elena, and A. Tsagkanakou. 2000. Screening tomato and cucurbit rootstocks for resistance to *Verticillium dahliae*. In: Diseases of cucurbitaceous and solanaceous vegetable crops in Mediterranean region. Bulletin OEPP 30 (2): 239-242.

Paran, I., C. Shifriss, and B. Raccah. 1989. Inheritance of resistance to zucchini yellow mosaic virus in the interspecific cross *Cucurbita maxima* × *C. ecuadorensis*. Euphytica 42: 227-232.

Paris, H. S. 1993. Leaf silvering of squash: a brief review. Cucurbit Genetics Cooperative Rep. No. 16: 75-76.

Paris, H. S. and R. Cohen. 2002. Powdery mildew-resistant summar squash hybrids having higher yields than their susceptible, commercial counterparts. Euphytica 124: 121-128.

Paris, H. S., S. Cohen, Y. Burger, and R. Joseph. 1988. Single-gene resistance to zucchini yellow mosaic virus in *Cucurbita moschata*. Euphytica 37: 27-29.

Paris, H. S., P. J. Stoffella, and C. A. Powell. 1993. Differetial susceptibility to leaf silvering in *Cucurbita pepo*. HortScience 28 (6): 657-658.

Paris, H. S., P. J. Stoffella, and C. A. Powell. 1993. Susceptibility to leaf silvering in the culvitar groups of summer squash. Euphytica 69 (1/2): 69-72.

Park, Y. H. and M. J. Havey. 2004. Cucumber germplasm resistant to *Cladosporium cucumerinum.* HortScience 39 (1): 163-164.

Park, S. O., K. M. Crosby, and T. E. Mirkov. 2007. Detection of loci for cucurbit yellow stunting disorder virus resistance in *cucumis melo* L. Acta Hort. No. 763: 207-214.

Park, D. K. et al. 2014. Selection of multiple disease resistant genotypes of *Cucumis melo* L., pp. 120-121. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Va., U.S.

Perchepied, L. and M. Pitrat. 2004. Polygenic inheritance of partial resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 1.2 in melon. Phytopathology 94: 1331-1336.

Perlins-Veazie, P. M., J.K. Collins, N. Maness, and B. Cart-wright.1995. Melon aphid tolerance is not deleterious to muskmelon quality, pp. 43-47. In: A. Ait-Oubahou and M. El-Otmani (eds). Postharvest physiology, pathology and technologies for horticultural commodities. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Agadir Campus, Agadir, Morocco.

Petrov, L. et al. 2000. Resistance to downy mildew, *Pseudoperonospora cubensis*, in cucumbers. Acta Hort. No. 510: 203-209.

Picó, B. et al. 2007. Advances in breeding melons for resistance to vine decline. Acta Hort. No. 731: 39-46.

Picó, B., A. Sifres, E. Martinez-Péres, M. Leiva-Brondo, and F. Nuez. 2008. Genetics of the resistance to CVYV in cucumber, pp. 452-456. In: J. Prohens and M. L. Badenes (eds.). Modern variety breeding for present and future needs. Editorial Universidad Politenica de Valencia, Valencia, Spain.

Pierce, L. K. and T. C. Wehner. 1990. Review of genes and linkage groups in cucumber. HortScience 25: 605-615.

Pitrat, M. 1978. Tolerance of melon to watermelon mosaic virus II. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No.1:20.

Pitrat, M. 1990. Gene list for Cucumis melo L. Cucurbit Gen. Coop. Rep. Np. 13: 58-68.

Pitrat, M. and H. Lecoq. 1980. Inheritance of resistance to cucumber mosaic virus transmission by *Aphis gossypii* in *Cucumis melo*. Phytopathology 70: 958-961.

Pitrat, M. and H. Lecocq. 1984. Inheritance of zucchini yellow mosaic virus resistance in *Cucumis melo* L. Euphytica 33: 57-61.

Pitrat, M. and R. D. de Vaulx, 1979. Study on sources of resistance to powdery mildew and to cucumber mosaic and watermelon mosaic viruses in *Cucurbita* spp. (In Frensh with English summary). Annales de l'Amelioration des Plantes 29 (4): 439-445.

Pitrat, M., C. Maestro, C. Ferriere, M. Richard, and J. Alvarez. 1988. Resistance to *Aphis gossypii* in Spanish melon (*Cucumis melo*). Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 11: 50-51.

Prend, J. and C. A. John. 1961. Method of isolation of *Erwinia tracheiphila* and an improved inoculation technique. Phytopathology 51: 255-256.

Provvidenti, R. 1987. Inheritance of resistance to a strain of zucchini yellow mosaic virus in cucumber. HortScience 22 (1): 102-103.

Provvidenti, R. 1995. A multi-viral resistant cultivar of bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) from Taiwan. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 18: 64-67.

Provvidenti, R. 1997. New American summer squash cultivars possessing a high level of resistance to a strain of zucchini yellow mosaic virus from China. Cucurbit Genetics Cooperative Report No. 20: 57-58.

Provvidenti, R. 1991. Inheritance of resistance to the Florida strain of zucchini yellow mosaic virus in watermelon. HortScience 26: 407-408.

Provvididenti, R. and D. Gonsalves. 1982. Resistance to papaya ringspot virus in *Cucumis metuliferus* and its relationship to resistance to watermelon mosaic virus 1. J. Hered. 73: 239-240.

Provvidienti, R. and R. W. Robinson. 1977. Inheritance of resistance to watermelon mosaic virus 1 in *Cucumis metuliferus*. J. Hered. 68: 56-57.

Provvidenti, R. and D. M. Tricoli. 2002. Inheritance of resistance to squash mosaic virus in a squash transformed with the coat protein gene of pathotype 1. HortScience 37 (3): 575-577.

Providenti, R., R. W. Robinson, and H. M. Munger. 1978. Resistance in feral species to six virus influencing *Cucurbita*. Plant Disease Reptr 62: 326-329.

Ramirez-Madera, A. O. 2017. Different haplotypes encode the same protein for independent sources of zucchini yellow mosaic virus resistance in cucumber. HortScience 52 (8): 1040-1042.

Ramos, B., G. López, and A. Molina. 2015. Development of a *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* functional GFP fluorescence tool to assist melon resistance breeding programmes. Plant Pathol. 64 (6): 1349-1357.

Reuveni, R., M. Shimoni, and Z. Karchi. 1990. A rapid assay for monitoring peroxidase activity in melon as a marker for resistance to *Pseudoperonospora cubensis*. J. Phytopathol. 129 (4): 333-338.

Reuveni, R., M. Shimoni, Z. Karchi, and J. Kuć. 1992. Peroxidase activity as a biochemical marker for resistance of muskmelon (*Cucumis melo*) to *Pseudoperonospora cubensis*. Phytopathology 82: 749-753.

Riley, D., D. Batal, and D. Wolff. 2001. Resistance in glabrous-type *Cucumis melo* L. to whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae). J. Entomol. Sci. 30 (1): 46-56.

Robinson, R. W. 1992. Genetic resistance in the cucurbitaceae to insects and spider mites. Plant Breeding Rev. 10: 309-360.

Robinson, R. W., H. M. Munger, T. W. Whitaker, and G. W. Bohn. 1967. Genes of the cucurbitaceae. HortScience 11: 554-586.

Robinson, R. W., R. Provvidenti, and J. W. Shail. 1975. Inheritance of susceptibility to powdery mildew in the watermelon. J. Hered. 66: 310-311.

Robinson, R. W., N. F. Weeden, and R. Provvidenti 1988. Inheritance of resistance to zucchini yellow mosaic virus in the interspecifi cross *Cucurbita maxima* × *C. ecuadorenis*. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 11: 74-75.

Saito, T., M. Mrishita, and M. Hirai. 2000. Genetics of resistance to powdery mildew and aphids, and screening of DNA markers linked to the resistance genes in melon (*Cucumis melo* L.). Cucurbit Gen. Coop. Rep. 23: 32-36.

Saithoh, H., T. Saiga, S. T. Ohki, and T. Osaki. 1998. Systemic resistance in *Cucumis figarei* to some strains of cucumber mosaic virus is breakable at high temperature. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 64(3): 194-197.

Sakata, Y. et al. 2006. Development of an Earl's type melon, 'Earl's Kagayaki', with resistance to cotton-melon aphid, powdery mildew and fusarium wilt. JARQ 40 (2): 177-181.

Salamon, P. and P. Balogh. 1999. Reactions of some cucumber (*Cucumis satuvus* L.) lines and hybrids to zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) and selection of tolerant breeding lines. Inter. J. Hort. Sci. 5 (3/4): 66-68.

Salari, M., N. Panjehkeh, Z. Nasirpoor, and J. Abkhoo. 2013. Reaction of melon (*Cucumis melo* L.) cultivars to *Monosporascus cannonballus* (Pollack & Uecker) and their effect on total phenol, total protein and peroxidase activities. J. Phytopathol. 161 (5): 363-368.

Sarria, E., F. J. Yuste-Lisbona, F. J. Palomares, A. I. López-Sesé, and M. L. Gómez-Guillamón. 2008. Inheritance of tolerance to *Aphis gossypii* in *C. melo* TGR-1551 and its relation with resistance to virus transmission, pp. 459-463. In: Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae. INRA, Avingnon, France.

Sauvion, N., V. Mauriello, B. Renard, and N. Boissot. 2005. Impact of melon accessions resistant to aphids on the demographic potential of silverleaf whitefly. J. Econ. Entomol. 98 (2): 557-567.

Sesé, A. I. L., F. Sánchez, and M. L. Gómez-Guillamón. 1999. Evaluation of melon F_1 hybrids resistant to cucurbit yellowing stunting disorder virus (CYSDV). Acta Hort. No. 492: 341-347.

Shanmugasundaram, S., P. H. Williams, and C. E. Peterson. 1971. Inheritance of resistance to powdery mildew in cucumber. Phytopathology 61: 1218-1221.

Sharma, G. C. and C. V. Hall. 1971. Cucurbitacin B and total sugar inheritance in *Cucurbita pepo* L. related to spotted cucumber beetle feeding. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 750-754.

Sharma, G. C. and C. V. Hall. 1971. Influence of cucurbitacins, sugars and fatty acids on cucurbit susceptibility to spotted cucumber beetle. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 675-680.

Shashikumar, K. T., M. Pitchimuthu, and R. D. Rawal. 2010. Generation mean analysis of resistance to downy mildew in adult muskmelon plants. Euphytica 173 (1): 121-127.

Shashikumar, K. T., M. Pitchaimuthu, D. P. Kumar, and R. D. Rawal. 2011. Heterosis and combining ability for resistance to powdery mildew in adult melon plants. Plant Breed. 130: 383-387.

Shetty, N. V., T. C. Wehner, C. E. Thomas, R. W. Doruchowski, and K. P. V. Shetty. 2002. Evidence for downy mildew races in cucumber tested in Asia, Europe, and North America. Sci. Hort. 94: 231-239.

Shoorooei, M. et al. 2013. Antixenosis and antibiosis of some melon (*Cucumis melo*) genotypes to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) and a possible mechanism for resistance. J. Hort. Sci. Biotechnol. 88 (1): 73-78.

Simmons, A. M. and A. Levi. 2002. Sources of whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) resistance in *Citrullus* for the improvement of cultivated watermelon. HortScience 37 (3): 581-584.

Simmons, A. M., C. S. Kousik, and A. Levi. 2010. Combining eflective mulch and host plant resistance for sweetpotato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) management in watermelon. Crop. Prot. 29 (8): 898-902.

Simmons, H. E. et al. 2015. Transgenic virus resistance in crop-wild *Cucurbita pepo* does not prevent vertical transmission of zucchini yellow mosaic virus. Plant Dis. 99 (11): 1616-1621.

Sinclair, J. W. 2003. Screening for resistance to cucurbit yellow stunting disorder virus, gummy stem blight, and Monosporascus root rot and detection of RAPD markers associated with QTL for soluble solids, sugars, and vitamin C in melon (*Cucumis melo* L). Ph. D. thesis, Texas A &M University, Texas, USA.

Sitterly, W. R. 1972. Breeding for disease resistance in cucurbits. Ann. Rev. Phytopathol. 10: 471-490.

Snyder, R. G., F. Kellebrew, and J. A. Fox. 1993. Evaluation of precocious yellow gene squash cultivars for tolerance to watermelon mosaic virus. HortTechnology 3 (4): 421-423.

Soria, C. and M. L. Gómez-Guillamón. 1989. Transmision of the causal agent of muskmelon yellowing disease. Cucurbit Gen. Coop Rep. No. 12: 40-41.

Soria, C. and M. L. Gómez-Guillamón. 1994. Resistance of *Cucumis melo* var. *agrestis* against melon-yellowing disease. Cucurbit Gen. Cooper. Report. No. 17: 74-75.

Soria, C., M. L:. Gómez-Guillamón, J. Esteva, and F. Nuez. 1989. Search for resistance to yellowing disease in *Cucumis* spp. Cucurbit Gen. Coop. Rep. 12: 42-43.

Soria, C., A. I. L. Sesé, and M. L. Gómez-Guillamón. 1994. Resistance of *Cucumis melo* var. *agrestis* to *Trialeurodes vaporariorum*. Cucurbit Genet. Coop. Rep. No. 17: 86-87.

Soria, C., A. I. L. Sesé, and M. L. Gómez-Guillamón. 1996a. Mechanism of resistance to *Trialeurodes vaporariorum* in *Cucumis* spp. Bulletin OILB/SROP 19 (5): 111-116.

Soria, C., A. I. L. Sesé, and M. L. Gómez-Guillamón. 1996b. Resistance mechanisms of *Cucumis melo* var. *agrestis* against *Trialeurodes vaporariorum* and their use to control a closterovirus that causes a yellowing disease of melon. Plant Pathol. 45 (4): 761-766.

Soria, C., A. I. L. López-Sesé, and M. L. Gómez-Guillamón. 1999. Resistance of *Cucumis melo* against *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Environmental Entomology 28 (5): 831-835.

Sowell, G., Jr. and G. R. Pointer. 1962. Gummy stem blight resistance of introduced watermelon. Plant Dis. Reptr. 46: 883-884.

Sowell, G., Jr., K. Prassad, and J. D. Norton. 1966. Resistance of *Cucumis melo* interoductions to *Mycosphaerella citrullina*. Plant Dis. Rep. 50 (9): 661-663.

St. Amand, P. C. and T. C. Wehner. 1995. Greenhouse, detached-leaf, and field testing methods to determine cucumber resistance to gummy stem blight. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120 (4): 673-680.

St. Amand, P. C. and T. C. Wehner. 2001. Heritability and genetic variance estimates for leaf and stem resistance to gummy stem blight in two cucumber populations. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126 (1): 90-94.

St. Amand, P. C. and T. C. Wehner. 2001. Generation mean analysis of leaf and stem resistance to gummy stem blight in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126 (1): 95-99.

Staub, J. E. and C. E. Peterson. 1986. Comparisons between bacterial wilt resistant and suseptible gynoecious cucumber lines and F_1 progeny. HortScience 21: 1428-1430.

Svoboda, J., L. Leisova-Svobodova, and M. Amano. 2013. Evaluation of selected cucurbitaceous vegetables for resistance to zucchini yellow mosaic virus. Plant Dis. 97 (10): 1316-1321.

Tabei, Y. et al. 1997. Transgenic cucumber plants harboring a rice chitinase gene exhibit enhanced resistance to gray mold (*Botrytis cinerea*). Plant Cell Rep. 17 (3): 159-164.

Takada, K. 1983. Breeding and characteristics of disease-resistant melon varieties (Lines Ano No. 1, No. 2, and No. 3). Bul. Veg & Ornamental Crops Res. Sta., Minst. Agr., For. &Fish., Japan. Series A No. 11: 1-22.

Tamietti, G., N. d'Ercole, and A. Zoina. 1994. Frequency and distribution of physiological races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* in Italy. (In Italian with English summary). Petria 4 (2): 103-109. c.a. Rev. Plant Pathol. 74 (9): Abst. 5800; 1995.

Teixeira, A. P. M., F. A. da S. Barreto, and L. E. A. Camargo. 2008. An AFLP marker linked to the Pm-1 gene that confers resistance to *Podosphaera xanthii* race 1 in *Cucumis melo*. Gent. Mol. Biol. 31 (2): 547-550.

Tetteh, A. Y., T. C. Wehner, and A. R. Davis. 2013. Inheritance of resistance to powdery mildew ace 2 in *Citrullus lanatus* var. *lanatus*. HortScience 48 (10): 1227-1230.

Tezuka, T. et al. 2009. Construction of a linkage map and identification of DNA markers linked to Fom-1, an gene conferring resistance to *Fusarium oxysporium* f. sp. *melonis* race 2 in melon. Euphytica 168 (2): 177-188.

Tezuka, T. , K. Waki, M. Kuzuya, T. Ishikawa, Y. Kakatsu, and M. Miyagi. 2011. Development of new DNA markers linked to the Fusarium wilt resistance locus Fom-1 in melon. Plant Breed. 130: 261-267.

Thies, J. A. and A. Levi 2007. Characterization of watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) germplasm for resistance to root-knot nematodes. HortScience 42:

Thies, J. A. and A. Levi. 2003. Resistance of watermelon germplasm to the peanut root-knot nematode. HortScience 38 (7): 1417-1421.

Thomas, C. E. 1982. Resistance to downy mildew in *Cucumis melo* plant introductions and American cultivars. Plant Dis. 66: 500-502.

Thomas, C. E. 1999. Additional evaluations of *Cucumis melo* L. germplasm for resistance to downy mildew. HortScience 34 (5): 920-921.

Thomas, C. E., and E. L. Jourdain. 1992. Evaluation of melon germplasm for resistance to downy mildew. HortScience 27 (5): 434-436.

Thomas, C. E., T. Inaba, and Y. Cohen. 1987. Physiological specialization in *Pseudoperonospora cubensis*. Phytophathology 77: 1621-1624.

Thomas, C. E., Y. Cohen, E. L. Jourdain, and H. Eyal. 1987. Use of reaction types to identify downy mildew resistance in muskmelon. HortScience 22: 638-640.

Thomas, C. E., Y. Cohen, J. D. McCreight, E. L. Jourdain, and S. Cohen. 1988. Inheritance of resistance to downy mildew in *Cucumis melo*. Plant Dis. 72: 33-35.

Thomas, C. E., J. D. McCreight, and E. L. Jourdain 1990. Inheritance of resistance to *Alternaria cucumerina* in *Cucumis melo* line MR-1. Plant Dis. 74 (11): 868-870.

Torés, J. A., M. L. Gómez-Guillamón, and I. Cánovas. 1996. Temperature-conditioned response to *Sphaerotheca fuliginea* race 1 in the Spanish melon cultivar ANC-57. Cucurbit Gentics Cooperative Report No. 19: 59-60.

Tricoli, D. M. et al. 1995. Field evaluation of transgenic squash containing single or multiple virus coat protein gene constructs for resistance to cucumber mosaic virus, watermelon mosaic virus, and zucchini yellow mopaic virus. Bio/Technology 13 (13): 1458-1465.

Uchneat, M. S. and T. C. Wehner. 1998. Resistance to belly rot in cucumber identified through field and detached-fruit evaluation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123 (1): 78-84.

Ullah, Z. and R. Grumet. 2002. Localization of zucchini yellow mosaic virus to the veinal regions and role of viral coat protein in veinal chlorosis conditioned by the zym potyvirus resistance locus in cucumber. Physiol. Mol. Plant Pathol. 60: 79-89.

Valkalounakis, D. J. 1995. Inheritance and linkage of resistance in cucumber line SMR-18 to races 1 and 2 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. Plant Pathol. 44 (1): 169-172.

Valkalounakis, D. J. 1996. Allelism of the Fcu-1 and Foc genes conferring resistance to Fusarium wilt in cucumber. Europ. J. Plant Pathol. 102 (9): 855-858.

Valkalounakis, D. J. and E. Klironomou. 1994. Independence between scab resistance and morphological traits in cucumber. HortScience 29 (10): 1180-1181.

Valkalounakis, D. J. and K. Smardas. 1995. Genetics of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* races 1 and 2 in cucumber Wisconsin-2757. Ann. App. Biol. 127 (3): 457-461.

Valkalounakis, D. J. and P. H. Williams. 1989. A cotyledon screen for resistance to scab (*Cladosporium cucumerinum*) in cucumber (*Cucumis sativus* seedlings). Ann. App. Biol. 115 (3): 443-450.

Van denLangenberg, K. M. and T. C. Wehner. 2016. Downy mildew disease progress in resistant and susceptible cucumbers tested in the field at different growth stages. HortScience 51 (8): 984-988.

Van Vliet, G. J. A. and W. D. Meysing. 1974. Inheritance of esistance to *Pseudoperonospora cubensis* Rost. in cucumber (*Cucumis satuvus* L.). Euphytica 23: 251.

Villada, E. S., E. G. González, A. I. López-Sesé, A. F Castiel, and M. L. Gómez-Guillamón. 2009 Hypersensitive response to *Aphis gossypii* Glover in melon genotypes carrying the Vat gene. J. Exp. Bot. 60 (11): 3269-3277.

Wai, T. and R. Grumet. 1995. Inheritance of resistance to watermelon mosaice virus in the cucumber line TMG-1: tissue specific expression and relationship to zucchini yellow mosaic virus resistance. Theo. Appl. Gen. 91 (4): 699-706.

Wai, T. and R. Grumet. 1995. Inheritance of resistance to the watermelon strain of papaya ringspot virus in cucumber line TMG-1. HortScience 30 (2): 338-340.

Wai, T., J. E. Staub, E. Kabelka, and R. Grumet. 1997. Linkage analysis of potyvirus resistance alleles in cucumber. J. Hered. 88 (6): 454-458.

Wako, T., F. Terami, K. Hanada, and Y. Tabei. 2001. Resistance to zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) in transgenic cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) harboring the coat protein gene of ZYMV. (In Japanese with English summary). Bul. Nat. Res. Inst. Veg., Ornametal Plants and Tea No. 16: 175-186.

Walker, J. C. 1965. Use of environmental factors in screening for disease resistance. Ann. Rev. Phytopathol. 3: 197-208.

Walters, S. A. and T. C. Wehner. 1997. Evaluation of *Cucumis sativus* var. *hardwickii* cultigens for resistance to root-knot nematodes. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 20: 19-20.

Walters, S. A. and T. C. Wehner. 1997. 'Lucia', 'Manteo', and 'Shelby' root-knot nematode-resistant cucumber inbred lines. HortScience 32 (7): 1301-1303.

Walter, S. A. and T. C. Wehner. 1998. Independence of the mj nematode resistance gene from 17 gene loci in cucumber. HortScience 33 (6): 1050-1052.

Walters, S. A., T. C. Wehner, and K. R. Barker 1990. Resistance of cucumber to the root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 13: 10-11.

Walters, S. A., T. C. Wehner, and K. R. Barker. 1993. Root-knot nematode resistance in cucumber and horned cucumber. HortScience 28 (2): 151-154.

Walters, S. A., T. C. Wehner, and K. R. Barker. 1995. Split-root technoque for multiple nematode resistance in cucumber. Cucurbit Gen. Coop. Rep No. 18: 29-30.

Walters, S. A., T. C. Wehner, and K. R. Barker. 1996. NC-42 and NC-43: root-knot nematode-resistant cucumber germplasm. HortScience 31 (7): 1246-1247.

Walters, S. A., T. C. Wehner, and K. R. Barker. 1997. A single recessive gene for resistance to the root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in *Cucumis sativus* var. *hardwickii*. J. Hered. 88 (1): 66-69.

Walters, S. A., T. C. Wehner, and K. R. Barker. 1999. Greenhouse and field resistance in cucumber to root-knot nematodes. Nematology 1 (3): 279-284.

Wang, Y. J., R. Provvidenti, and R. W. Robinson. 1984. Inheritance of resistance to watermelon mosaic virus 1 in cucumber. HortScience 19: 587-588.

Wang, X., G. Li, X. Gao, L. Xiong, W. Wang, and R. Han. 2011. Powdery mildew resistance gene (Pm-An) located in a segregation distortion region of melon LGV. Euphytica 180 (3): 421-428.

Wang, Y., K. VandenLangenberg, T. C. Wehner, and Y. Weng. 2014. QTLs for downy mildew resistance and their association with LRR-RLK resistance gene analogs in cucumber, pp. 17-20. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Va, US.

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1975. Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Pub., Inc., Danville, Ill. 599 p.

Warid, W. A., K. R. Stino, and M. A. Abobaker. 1969. Inheritance of resistance to powdery mildew in cucumber, *Cucumis stivus* L. XI Inter. Bot. Cong. Abstr., USA. p. 233.

Watterson, J. C., P. H. Williams, and R. D. Durbin 1971. Response of cucurbits to *Erwinia tracheiphila*. Plant Dis. Rep. 55 (9): 816-819.

Wechter, W. P., M. P. Whitehead, C. E. Thomas, and R. A. Dean. 1995. Identification of a randomly amplified polymorphic DNA marker linked to the Fom 2 Fusarium wilt resistance gene in muskmelon MR-1 Phytopathology 85: 1245-1249.

Wechter, W. P., A. Levi, K. S. Ling, C. Kousik, and C. C. Block. 2011. Identification of resistance to *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* among melon (*Cucumis* spp.) plant introductions. HortScience 46: 207-212.

Wechter, W. P., C. Kousik, M. McMillan, and A. Levi. 2012. Identification of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* race 2 in *Citrullus lanatus* var. *citroides* plant introductions. HortScience 47 (3): 334-338.

Wehner, T. C. and C. Barrett. 2005. NC State Watermelon Disease Handbook. Cucurbit Breeding, Hortcultural Science. The Internet.

Wehner, T. C. and P. C. St. Amand. 1993. Field tests for cucumber resistance to gummy stem blight in North Carolina. HortScience 28 (4): 327-329.

Wehner, T. C. and P. C. St. Amand. 1995. Anthracnose resistance of the cucumber germplasm collection in North Carolina field tests. Crop Sci. 35 (1): 228-236.

Wehner, T. C. and N. V. Shetty. 2000. Screening the cucumber germplasm collection for resistance to gummy stem blight in North Carolina field tests. HortScience 35 (6): 1132-1140.

Wehner, T. C. and N. V. Shetty. 1997. Downey mildew resistance of the cucumber germplasm collection in North Carolina field tests. Crop Science 37 (4): 1331-1340.

Whener, T. C., S. A. Walters, and K. R. Barker. 1991. Resistance to root-knot nematodes in cucumber and horned cucumber. J. Nematol. 23 (4S): 611-614.

Wehner, T. C., S. A. Walters, and K. R. Barker. 1992. Use of reproduction factor and gall index in determining resistance to *Cucumis* spp. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 15: 28-30.

Wehner, T. C., P. C. St. Amand, and R. L. Lower. 1996. 'M 17' gummy stem blight resistant pickling cucumber inbred. HortScience 31 (7): 1248-1249.

Wehner, T. C., N. V. Shetty, and G. W. Elmstrom. 2001. Breeding and seed production, pp. 27-73. In: D. N. Maynard (ed.). Watermelons: characteristics, production, and marketing. ASHS Press, Alexandria, VA.

Wehner. T. C., N. V. Shetty, and J. T. Sloane. 2004. Field and detached-fruit screening tests for resistance to belly rot in cucumber. HortScience 38 (1): 149-152.

Wessel-Beaver, L. 1993. Powdery and downy mildew resistance in *Cucurbita moschata* accessions. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 16: 73-74.

Wessel-Beaver, L. 1997. Screening for silverleaf resistance in *Cucurbita* accessions. Cucurbit Genet. Coop. Rep. No. 20: 54-56.

Whitaker, T. W. 1974. *Cucurbita*, pp. 135-144. In: R. C. King (ed.). Handbook of genetics. Vol. 2: Plants, plant viruses, and protists. Plenum Pr., N. Y.

Whitaker, T. W. 1974. Squash, pumpkins and gourds (*Cucurbita* spp.), pp. 45-46. In: J. Leon (ed.). Handbook of plant introduction in tropical crops. FAO, Rome.

Whitaker, T. W. and W. P. Bemis. 1976. Cucurbits, pp. 64-69. In: N. W. Simnonds (ed.). Evaluation of crop plants. Longman, London.

Whitaker, T. W. and G. N. Davis. 1962. Cucurbits. Intescience Pub., Inc., N. Y. 249 p.

Whitaker, T. W. and J. C. Jagger. 1937. Breeding and improvement of cucurbits, pp. 202-232. In: United States Department of Agriculture. 1937. Yearbook of agriculture: Better plants and animals. Wash., D. C.

Whitaker, T. W. and R. W. Robinson. 1986. Squash breeding, pp. 209-242. In: M. J. Bassett (ed.). Breeding vegetable crops. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn.

Wolff, D. W. and M. E. Miller. 1998. Tolerance to *Monosporascus* root rot and vine decline in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. HortScience 33 (2): 287-290.

Wolukau, J. N., X. H. Zhou, Y. Li, Y. B. Zhang, and J. F. Chen. 2007. Resistance to gummy stem blight in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm and inheritance of resistance from plant introductions 157076, 420145, and 323498. HortScience 42 (2): 215-221.

Wyszogrodzka, A. J., P. H. Williams, and C. E. Peterson. 1986. Search for resistance to gummy stem blight (*Didymella bryoniae*) in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Euphytica 35: 603-613.

Xu, Y., D. Kang, Z. Shi., H. Shen, and T. Wehner. 2004. Inheritance of resistance to zucchini yellow mosaic virus and watermelon mosaic virus in watermelon. J. Hered. 95 (6): 498-502.

Yang, W. Z., C. H. Hsiao, and W. N. Chang. 1986. Screening cucumbers for resistance to viruses and genetic studies on resistance to zucchini yellow mosaic virus (In Chinese with English summary) J. Agr. Res. China 35 (2): 192-201.

Yoshida, T. and T. Koyama. 1986. Mechanisms, genetics and selection of aphid resistance in melons, *Cucumis melo*. (In Japanese with English summary). Bulletin of the Vegetable and Oranmental Crops Research Station, C. (Kurme) No. 9: 1-12.

Yoshioka, K. et al. 1992. Successful transfer of the cucumber mosaic virus coat protein gene to *Cucumis melo* L. Jap. J. Breeding 42 (2): 277-285.

Yoshioka, K. et al. 1993. virus resistance in transgenic melon plants that express the cucumber mosaic virus coot protein gene and in their progeny. Jap. J. Breeding 43 (4): 629-634.

Yoshioka, Y., Y. Sakata, M. Sugiyama, and N. Fukino. 2014. Identification of quantitative trait loci for downy mildew resistance in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Euphytica 198 (2): 265-276.

Young, K. and E. A. Kabelka. 2009. Characterization of resistance to squash silverleaf disorder in summer squash. HortScience 44: 1213-1214.

Yousif, M. T., A. Kheyr-Pour, B. Gronenborn, M. Pitrat, and C. Dogimont. 2007. Sources of resistance to watermelon chlorotic stunt virus in melon. Plant Breeding 126 (4): 422-427.

Yuste-Lisbona, F. J., A. I. López-Sesé, and M. L. Gómez-Guillamón. 2009. Inheritance of resistance to races 1,2 and 5 of powdery mildew in the melon TGR-15551. Plant Breeding 129 (1): 72-75.

Yuste-Lisbona, F. J., C. Capel, M. L. Gómez-Guillamón, J. Capel, A. I. López-Sesé, and R. Lozano. 2011. Codominant PCR-based markers and candidate genes for powdery mildew resistance in melon (*Cucumis melo* L.). Theor. Appl. Genet. 122 (4): 747-758.

Zhang, Y., K. Anagnostou, and M. M. Kyle. 1995. Seedling screens for resistance to gummy stem blight in squash. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 18: 59-61.

Zhang, Y., M. Kyle, K. Anagnostou, and T. A. Zitter. 1997. Screening melon (*Cucumis melo*) for resistance to gummy stem blight in the greenhouse and field. HortScience 32 (1): 117-121.

Zhang, S. et al. 2010. Genetic mapping of the scab resistance gene in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 135: 53-58.

Zhang, C. Q. et al. 2013. Application of comparative genomics in developing markers tightly linked to the Pm-2F gene for powdery mildew resistance in melon (*Cucumis melo* L.). Euphytica 190 (2): 157-168.

Zhang, G., H. Li, F. Zhang, C. Jia, and L. Jiang. 2014. Identification and genetic mapping of a dominant gene for resistance to powdery mildew in squash (*Cucurbita pepo*), pp. 38-40. In: Cucurbitaceae 2014 Procedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria VA, USA.

Zheng, X. Y. and D. W. Wolff. 2000. Randomly amplified polymorphic DNA markers linked to fusariun wilt resistance in diverse melons. HortScience 35 (4): 716-721.

Zijlstra, S. and P. C. Groot. 1992. Search for novel genes for resistance to powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginae*) in cucumber (*Cucumis sativus*). Euphytica 64: 31-37.

Zijlstra, S., R. C. Jansen, and S. P. C. Groot 1995. The relationship between powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) resistance and leaf chlorosis sensitivity in cucumber (*Cucumis sativus*) studied in seed descent lines. Euphytica 81: 193-198.

Zink, F. W. 1991. Origin of fusarium wilt resistance in Texas AES muskmelon cultivars. Plant Dis. 75 (1): 24-26.

Zink, F. W. and W. D. Gubler. 1985. Inheritance of resistance in muskmelon to Fusarium wilt. J. Amer. Soc. Hort Sci. 110: 600-604.

Zink, F. W. and C. E. Thomas. 1990. Genetics of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* races 0,1 and 2 in muskmelon line MR-1. Phytopathology 80 (11): 1230-1232.

Zuniga, T. L., J. P. Jantz, T. A. Zitter, and M. K. Jahn. 1999. Monogenic dominant resistance to gummy stem blight in two melon (*Cucumis melo*) accessions. Plant Dis. 83: 1105-1107.

Zvirin, T. et al. 2010. Differential colonization and defence response of resistant and susceptible melon lines infected by *Fusarium oxysporum* race 1.2. Plant Pathol. 59 (3): 576-585.

صَدَر للمؤلف

صَدَر للمؤلف الكتب التالية:

أولاً: فى مجال أساسيات وتقنيات إنتاج وتداول الخضر

١- أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٩٢٠ صحة.

٢- تكنولوجيا الزراعات المحمية (الصوبات) (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٥ صفحة.

٣- أساسيات إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

٤- إنتاج وفسيولوجيا واعتماد بذور الخضر (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

٥- أساسيات وفسيولوجيا الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية — ٥٩٦ صفحة.

٦- تكنولوجيا إنتاج الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية — ٦٢٥ صفحة.

٧- الأساليب الزراعة المتكاملة لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية — ٥٨٦ صفحة.

٨- تكنولوجيا الزراعات المحمية (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية — ٥٣٥ صفحة.

٩- الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر: البدائل العلمية والعملية المتكاملة (٢٠١٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٨٣ صفحة.

١٠- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٥٢ صفحة.

١١- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر غير الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٦٤ صفحة.

١٢- أصول الزراعة العضوية: ما لها وما عليها (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩٤ صفحة.

١٣- أصول الزراعة المحمية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٨٣٦ صفحة.

١٤- أساسيات وتكنولوجيا إنتاج الخضر (٢٠١٥). دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية — ٩٦٨ صفحة.

١٥- تداول الحاصلات البستانية: تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد الحصاد (٢٠١٥). دار الكتب العلمية، والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس ، والمكتبة الأكاديمية— ٥٤٨ صفحة.

١٦- الأهمية الغذائية والطبية للخضروات. (٢٠١٥). دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية — ٣٧٨ صفحة.

١٧- تسميد محاصيل الخضر (٢٠١٦). دار الكتب العلمية، والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية– ٦٩٣ صفحة.

١٨- عوامل الشد البيئى ووسائل الحد من أضرارها: الحلول التكنولوجية لتحديات ومعوقات إنتاج الخضر فى الظروف البيئية القاسية (٢٠١٦). الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٦٤٨ صفحة.

١٩- بدائل المبيدات لمكافحة أمراض وآفات الخضر (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٤٨٩ صفحة.

ثانيًا: فى مجال إنتاج محاصيل الخضر

١- الطماطم (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣١ صفحة.

٢- البطاطس (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٨٦ صفحة.

٣- البصل والثوم (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٩١ صفحة.

٤- القرعيات (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٠٧ صفحات.

٥- الخضر الثمرية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠١ صفحة.

٦- الخضر الثانوية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩١ صفحة.

٧- الخضر الجذرية والساقية والورقية والزهرية (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٧٤ صفحة.

٨- إنتاج محاصيل الخضر (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧١٢ صفحة.

٩- إنتاج خضر المواسم الدافئة والحارة فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٨ صفحة.

١٠- إنتاج خضر المواسم المعتدلة والباردة فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

١١- الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥١١ صفحة.

١٢- الطماطم: الأمراض والآفات ومكافحتها (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢١٠ صفحات.

١٣- إنتاج البطاطس (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٤٦ صفحة.

١٤- إنتاج البصل والثوم (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع— ٣٧١ صفحة.

١٥- القرعيات: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٩٨ صفحة.

١٦- القرعيات: الأمراض والآفات ومكافحتها (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٠ صفحة.

١٧- إنتاج الفلفل والباذنجان (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٦ صفحة.

١٨- إنتاج الخضر البقولية (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٢٤ صفحة.

١٩- إنتاج الفراولة (٢٠٠٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٨٨ صفحة.

٢٠- إنتاج الخضر الكرنبية والرمرامية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٢٧ صفحة.

٢١- إنتاج الخضر الخيمية والعليقية والقلقاسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣١٥ صفحة.

٢٢- إنتاج الخضر المركبة والخبازية والقلقاسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٠ صفحة.

٢٣- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الأول (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٤ صفحات.

٢٤- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الثانى (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٠ صفحة.

٢٥- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الثالث (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٢٤ صفحة.

٢٦- تكنولوجيا الإنتاج المتميز للطماطم (٢٠١٨). دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٢٠٨ صفحات.

٢٧- تحديات إنتاج وتصدير الطماطم ووسائل التغلب عليها (٢٠١٨). دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع — القاهرة – ٣٣٥ صفحة.

ثالثًا: فى مجال تربية النبات

١- أساسيات تربية النبات (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٦٨٢ صفحة.

٢- تربية محاصيل الخضر (١٩٩٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٨٠٠ صفحة.

٣- تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٧٨ صفحة.

٤- الأساس الفسيولوجى للتحسين الوراثى فى النباتات: التربية لزيادة الكفاءة الإنتاجية وتحمل الظروف البيئية القاسية (١٩٩٥). المكتبة الأكاديمية — ٣٢٨ صفحة.

٥- الأسس العامة لتربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٧٧ صفحة.

٦- طرق تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩٣ صفحة.

٧- تحسين الصفات الكمية: الإحصاء البيولوجى وتطبيقاته فى برامج تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٥١ صفحة.

٨- التكنولوجيا الحيوية وتربية النبات (٢٠٠٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٨٣ صفحة.

٩- تطبيقات تربية النبات فى مكافحة الأمراض والآفات (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥٨٥ صفحة.

١٠- تربية النبات لتحمل الظروف البيئية القاسية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥٤٤ صفحة.

١١- مبادئ تربية محاصيل الخضر (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٥٧.

١٢- أساسيات تربية الطماطم (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٨٠ صفحة.

١٣- تربية الطماطم لتحسين المحصول وصفات الجودة (٢٠١٧) . الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٤٤ صفحة.

١٤- تربية الطماطم لتحمل الظروف البيئية القاسية (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٦٠ صفحة.

١٥- تربية الطماطم لمقاومة الأمراض والآفات (٢٠١٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٣٠٣ صفحات.

١٦- أساسيات تربية القرعيات (٢٠١٨) — ٢٠٨ صفحات — نشر إليكترونى.

١٧- تربية القرعيات لتحسين المحصول وصفات الجودة (٢٠١٩) — ١١٨ صفحة - نشر إليكترونى.

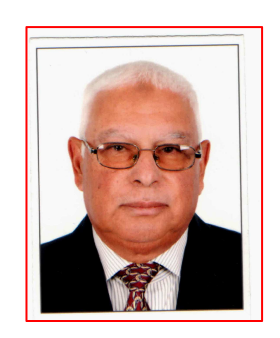
رابعًا: فى مجال أصول البحث العلمى والكتابة العلمية

١- أصول البحث العلمى — الجزء الأول: المنهج العلمى وأساليب كتابة البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية — ٤١٧ صفحة.

٢- أصول البحث العلمى — الجزء الثانى: إعداد وكتابة ونشر البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية — ٢٧٣ صفحة.

٣- أصول إعداد ونشر البحوث والرسائل العلمية (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٧٠ صفحة.

المؤلف فى سطور



دكتور أحمد عبد المنعم حسن – أستاذ الخضر بكلية الزراعة، جامعة القاهرة – من مواليد محافظة البحيرة ١٩٤٢.

حصل على البكالوريوس من جامعة الإسكندرية بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الأولى عام ١٩٦٢، والماجستير من جامعة ولاية نورث كارولينا ١٩٦٦، والدكتوراه من جامعة كورنل بالولايات المتحدة ١٩٧٠.

عمل بجامعات الإسكندرية، والقاهرة، وبغداد، والإمارات العربية المتحدة.

أشرف على عديد من طلبة الدراسات العليا فى جامعات القاهرة، وعين شمس، وبغداد.

عضو عديد من اللجان والجمعيات العلمية المحلية والعالمية.

له ٦٨ مؤلفًا علميًّا (توجد قائمة بها فى الصفحات الأخيرة من الكتاب) وأكثر من ٨٢ بحثًا علميًّا منشورة فى الدوريات العلمية المحلية والعالمية.

حصل على جائزة الدولة التشجيعية ووسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى (أكاديمية البحث العلمى – مصر) عام ١٩٨٤، وأربع جوائز عن التأليف العلمى الزراعى (وزارة الزراعة – مصر) عام ١٩٨٤ والجائزة الأولى لندوة الثقافة والعلوم (دبى) عام ١٩٩١.